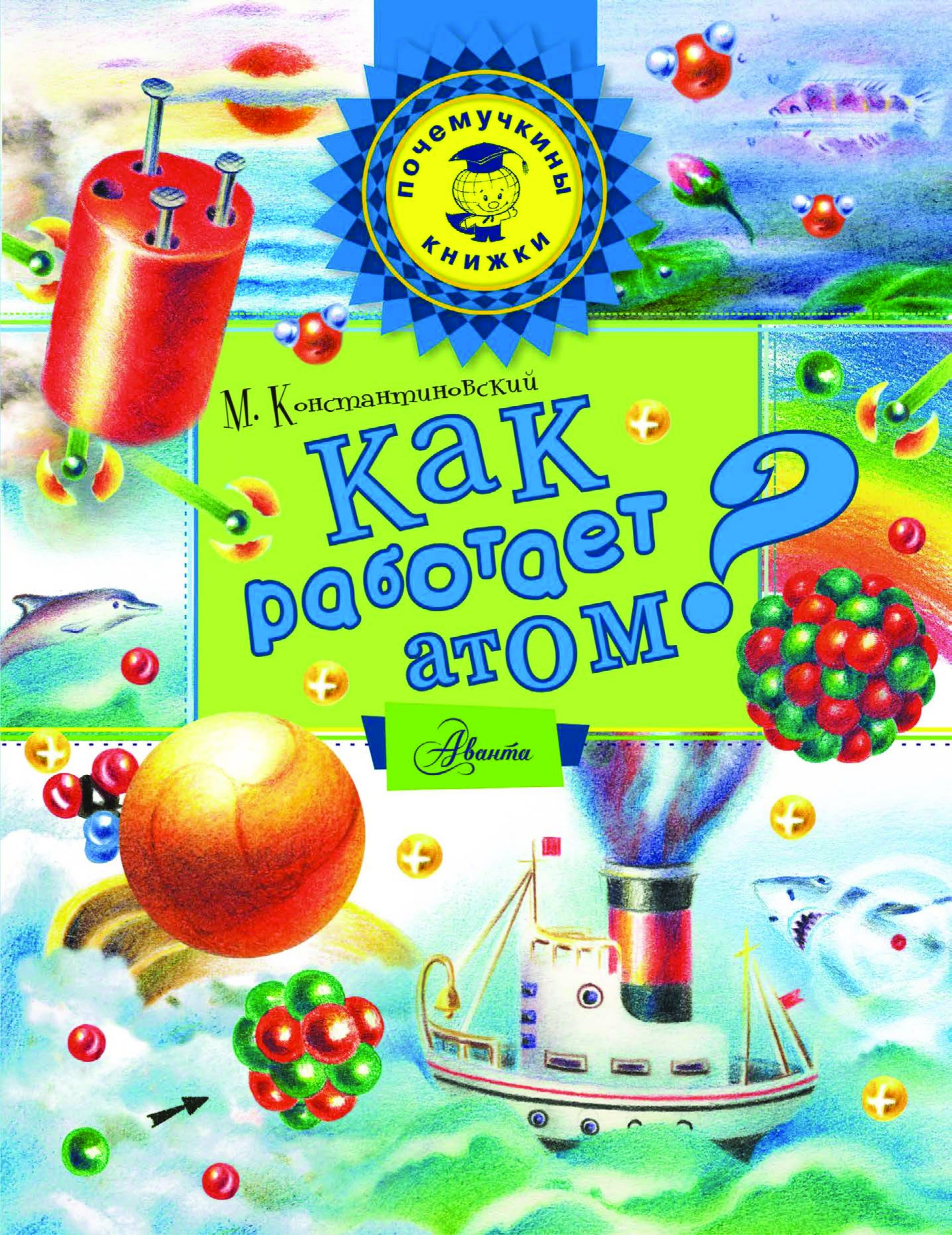

почемучкины книжки
М. Константиновский
Как работает атом?
Аванта

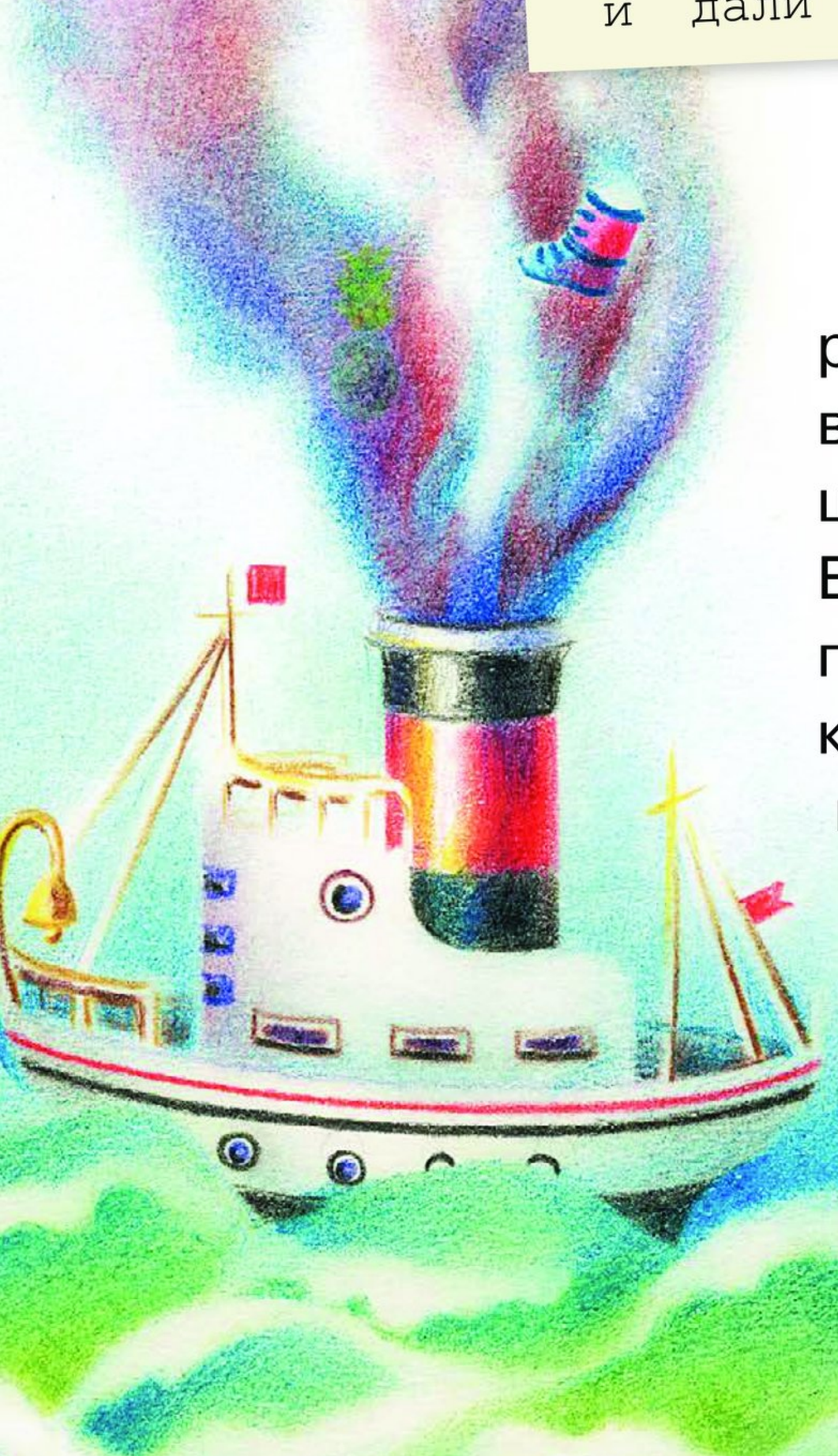
М. Константиновский

Как работает атом?

Рисунки Ольги Левенок

Аванта

Считаю своим приятным долгом выразить признательность доктору физико-математических наук Леониду Ивановичу Пономарёву и первокласснице Юле Сытниковой, которые взяли на себя труд прочесть рукопись этой книги и дали автору ряд ценных советов.



У тебя, наверное, есть корабль. А хочешь превратить его в атомоход? Хотя, что я спрашиваю — конечно, хочешь! Вряд ли тебя устраивает двигатель, установленный на твоём корабле — ведь он работает на горючем, полученном из нефти.

Пластилин,
из которого ты так
любишь лепить,
сделан из нефти

Во-первых, сжигать нефть попросту жалко — химики умеют делать из неё пластмассы, лекарства, краски, ткани, искусственный мех, даже духи... Когда в судовом двигателе сгорает нефть, все эти нужные вещи, можно сказать, вылетают в трубу.

Эта ткань содержит нити,
синтезированные из нефти

Искусственный мех этой игрушки
тоже раньше был нефтью

Корабль в порту

Во-вторых, приходится слишком часто заправляться топливом.

Допустим, ты совершаешь длительное плавание с научной целью: необходимо выяснить, где водятся акулы, понаблюдать за их жизнью.

Но вот старший механик доложил тебе, что топливные баки почти пусты. Ничего не поделаешь — придётся прервать рейс и плыть в ближайший порт, чтобы пополнить запасы топлива. Потеряно драгоценное время, и всё потому, что корабль твой словно привязан невидимым тросом к портам, где есть заправочные базы.

Зато атомоход годами сможет плавать без захода в порты! Потому что за целый год плавания

Ледокол

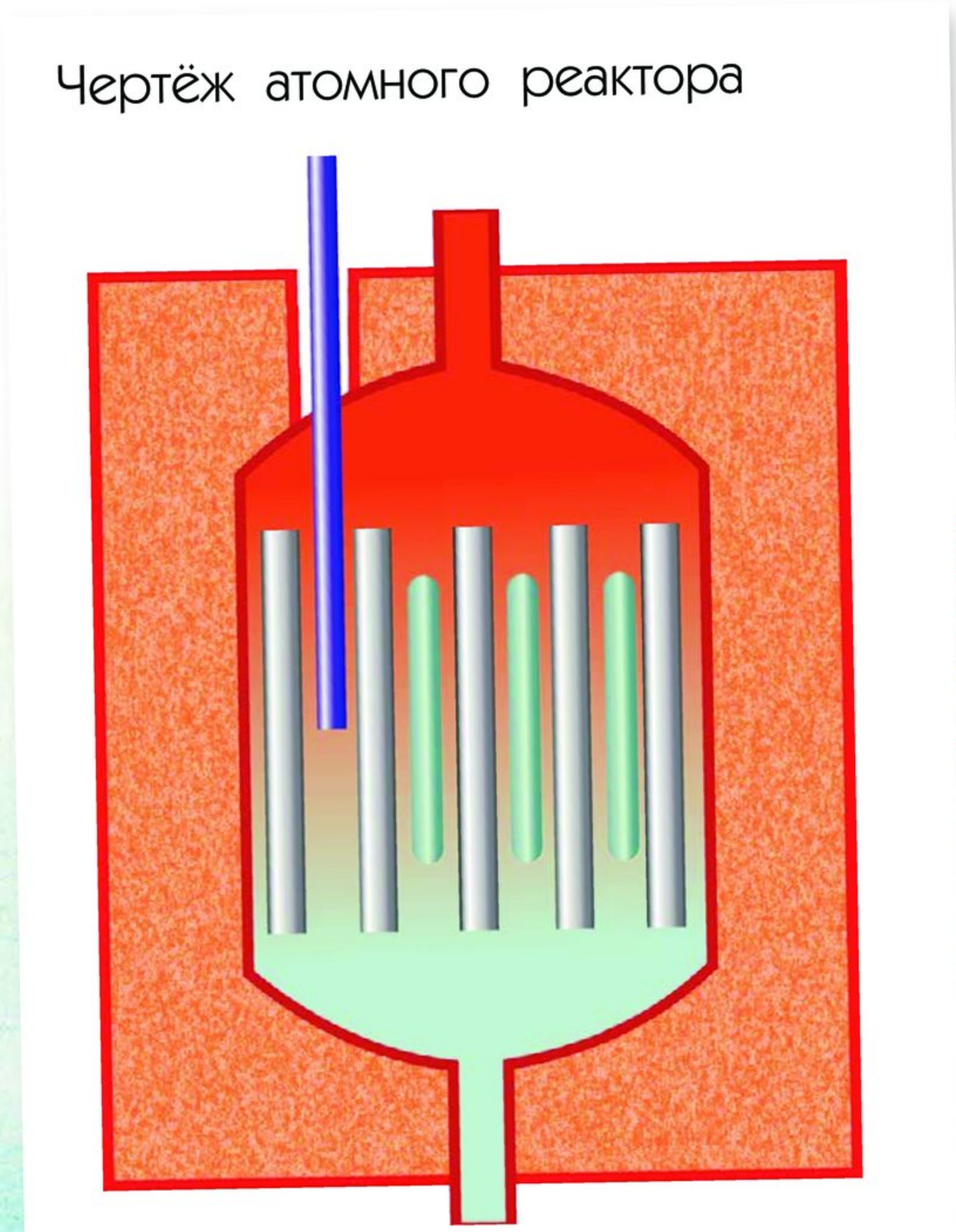
атомный двигатель расходует всего лишь несколько килограммов атомного топлива.

Взять хотя бы атомный ледокол «Ленин» — первое в мире надводное судно с атомным двигателем (ленинградские кораблестроители спустили его на воду 5 декабря 1957 года). За сто дней плавания в тяжёлых льдах два атомных реактора ледокола «Ленин» расходуют меньше трёх килограммов урана. А если бы на ледоколе стояли, например, паровые котлы, они «съели» бы за это время тридцать тысяч тонн нефти. Три килограмма — и тридцать тысяч тонн... В десять миллионов раз больше! Да такое количество нефти на ледоколе просто не поместится!

Итак, решено: ставим на твой корабль атомный реактор.

Как устроен атомный реактор

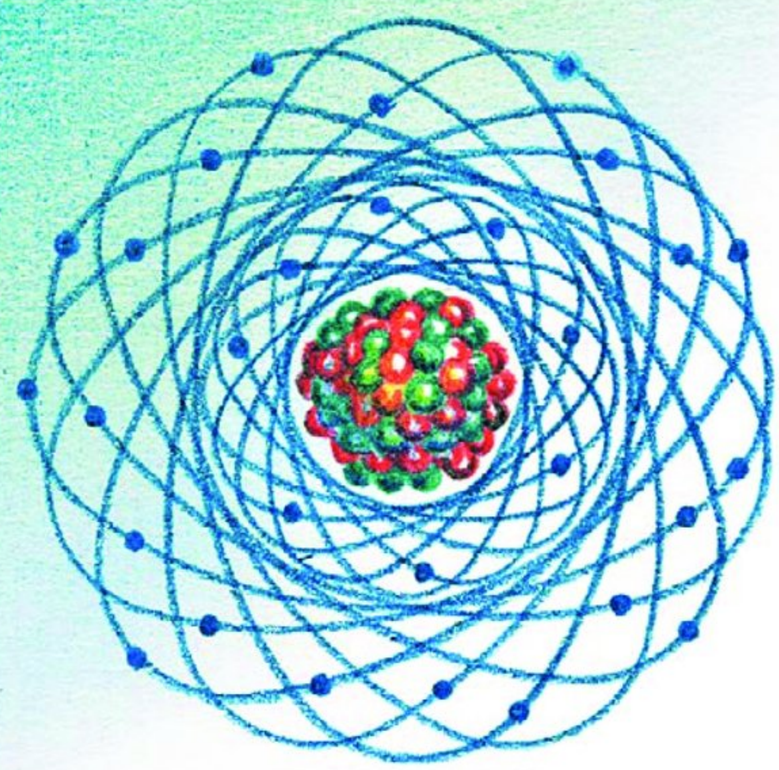
К сожалению, атомных реакторов нет в магазинах, даже в московском «Детском мире» их не продают, поэтому тебе придётся сделать атомный реактор самому. Из рисунка видно, что тебе для этого нужно: урановые стержни и цилиндр из графита. **Уран** — это металл, он серого цвета, очень тяжёлый — тяжелее даже свинца. Ну, а с **графитом** ты хорошо знаком — из него сделан грифель простого карандаша. Правда, грифели делают не из чистого графита, в него добавляют глину, а для реактора необходим очень чистый графит.



Когда инженерам нужно спроектировать и построить какое-нибудь сложное устройство, они делают сначала его модель и на модели изучают, как оно работает. И ты поступи так же: сделай сначала модель атомного реактора.

Графитовый цилиндр атомного реактора складывают обычно из графитовых «кирпичей». Ну, а ты можешь цилиндр вылепить из пластилина, а урановые стержни заменить гвоздями.

Это твой реактор и твои урановые стержни!

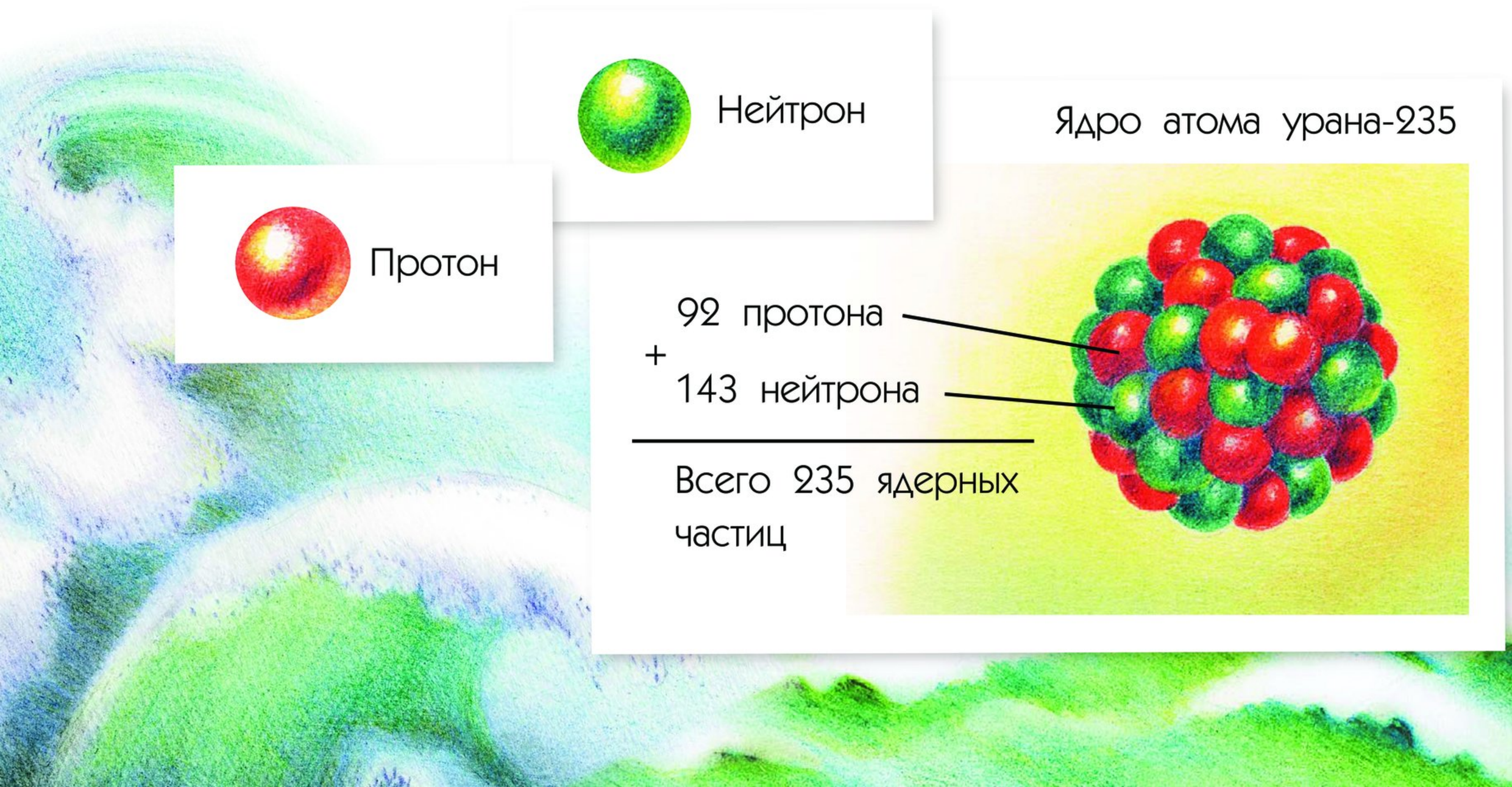


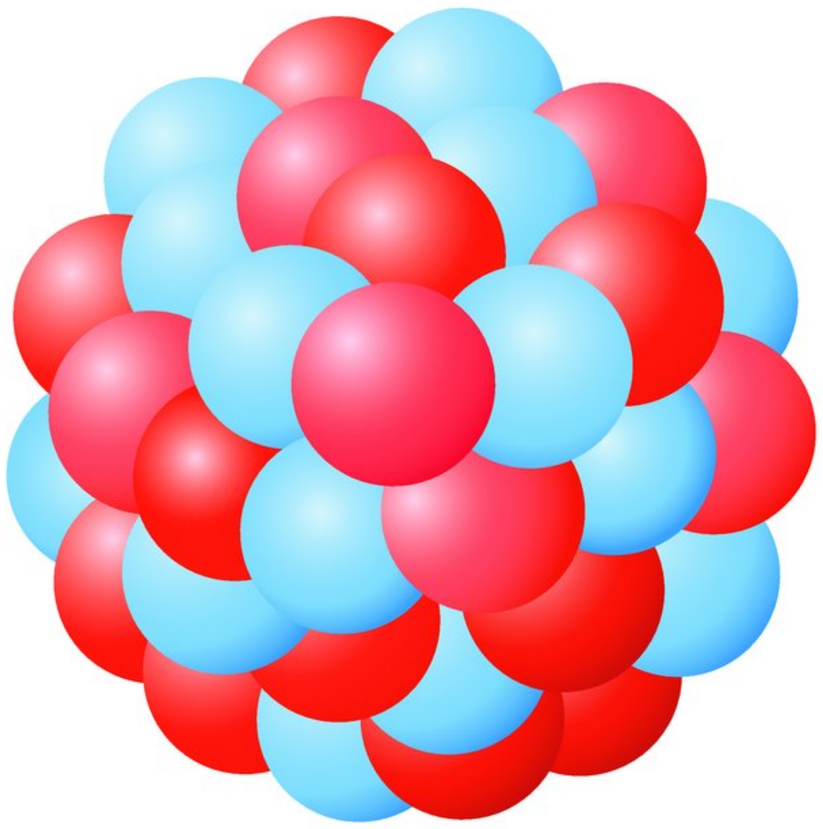
Уран обозначается латинской буквой U. Атом урана U-235

Да, забыл тебя предупредить: для твоего реактора подойдёт не всякий уран, а только **уран-235**. Что означает это число?

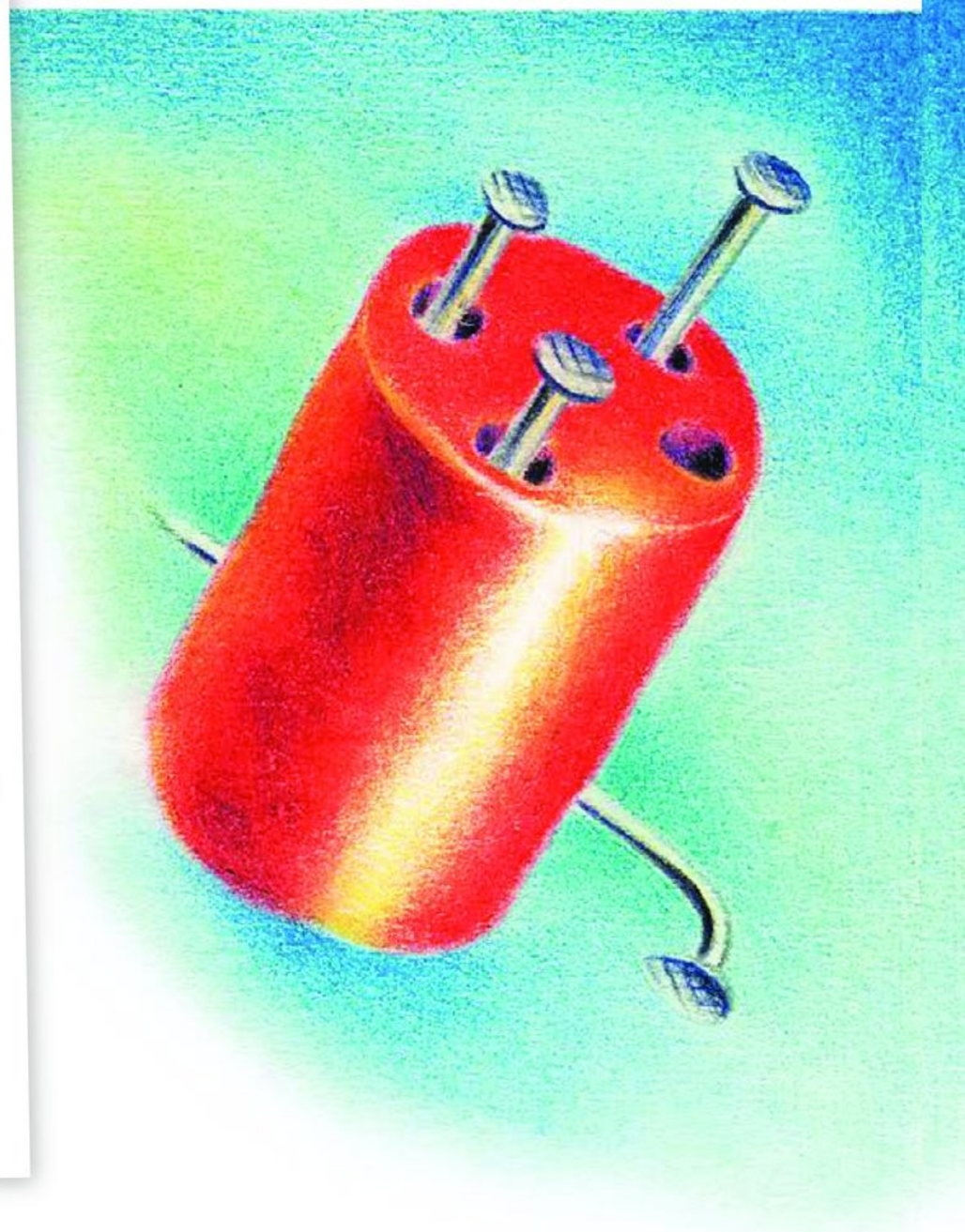
Давай заглянем в атом урана. Атом как атом: в центре атомное ядро, а вокруг ядра на почтительном расстоянии кружатся лёгкие и непоседливые электроны.

Теперь посмотрим на атомное ядро урана поближе: в нём, тесно прижавшись друг к другу, «сидят» более тяжёлые атомные частицы — протоны и нейтроны (протон и нейтрон в две тысячи раз тяжелее электрона). Сколько их? Если двести тридцать пять, то это тот уран, который тебе нужен, а если на три нейтрона больше, то такой





Изготовь из пластилина свою модель атома урана

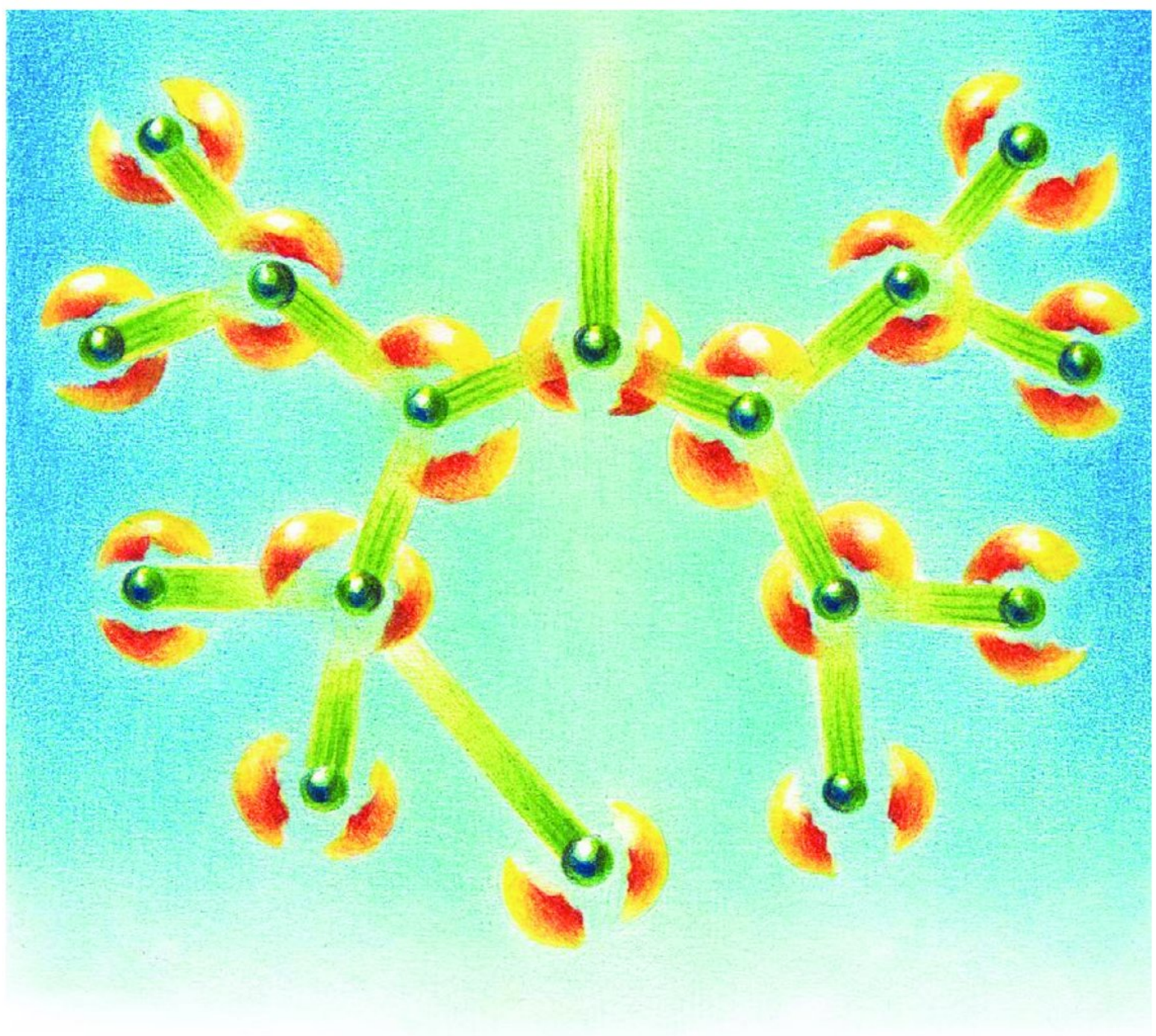


уран в качестве атомного топлива тебе не подойдёт.

Атомы, которые отличаются друг от друга только тем, что в ядрах у них разное число нейтронов, называются **изотопами**.

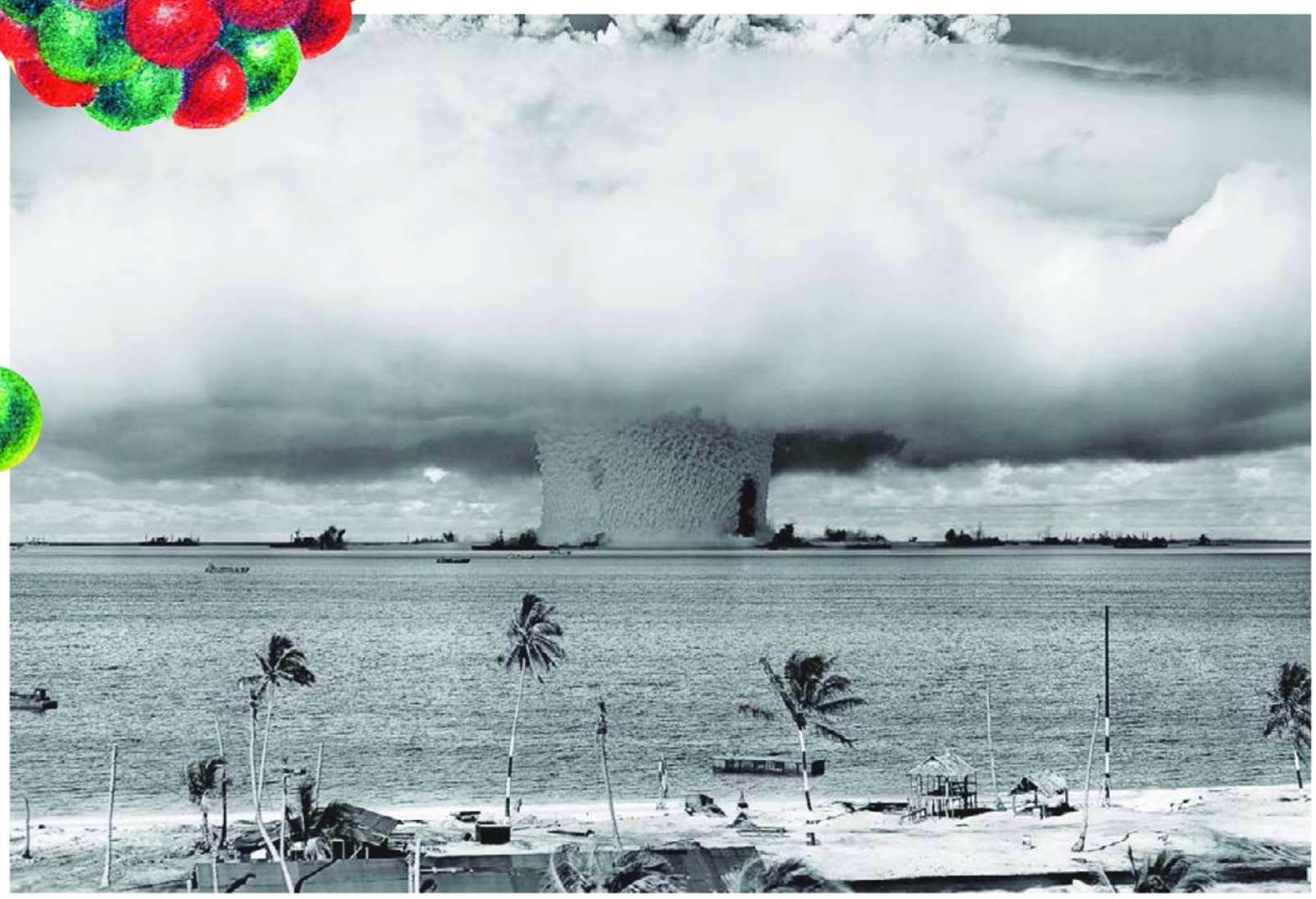
Значит, тебе для атомного реактора нужен более лёгкий изотоп урана — ведь каждый атом урана-235 легче атома урана-238 на три нейтрона.

Но почему же атомным топливом для твоего реактора может служить только уран-235? Потому что у его атомов есть одно чудесное свойство: время от времени то одно атомное ядро урана-235, то другое



Цепная ядерная реакция

вдруг само по себе распадается на две половинки, при этом из ядра вылетают два или три нейтрона. Они мчатся с огромной скоростью — десять тысяч километров в секунду! Недаром их называют быстрыми нейтронами. Вот нейтрон налетел на атомное ядро урана-235, которое пока не собиралось само распадаться. Бац! — ядро разлетелось на два осколка, да ещё и нейтроны из него вылетели. Ядро разбито одним нейтроном, а вылетело из разбитого ядра два или три нейтрона, они налетают на другие ядра и тоже разбивают их... Всё больше и больше летает нейтронов, всё больше разбитых ядер — идёт **цепная ядерная реакция**!



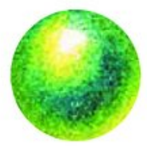
Как «горит» атомное топливо

Какими нейтронами лучше разбивать атомные ядра урана-235 — быстрыми или медленными?

Ты думаешь, наверное, что быстрыми? Оказывается, медленными! Вот какие удивительные вещи бывают в мире крошечных атомов!

Но если медленные нейтроны разбивают атомные ядра урана-235 лучше, чем быстрые, значит, нужно быстрые нейтроны сделать медленными, нужно их замедлить!

Если подумать, и в нашем привычном мире случаются не менее удивительные вещи. Например, летящая с огромной скоростью пуля, попав в стекло, не разобьёт его, а «прошьёт» насквозь, оставив лишь маленькую дырочку, а медленно летящий мяч разобьёт то же стекло вдребезги — на множество осколков.



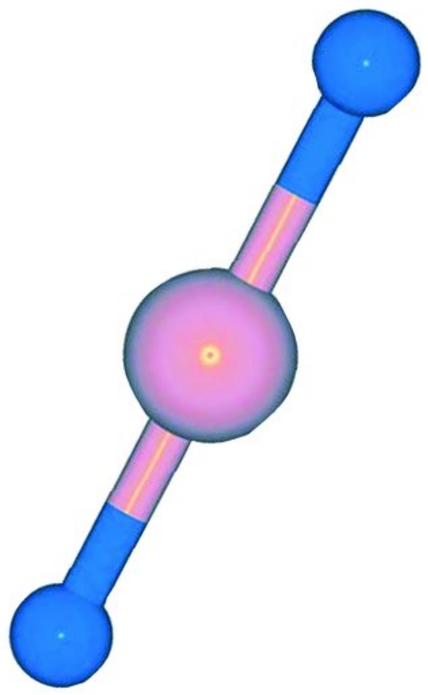
(Только, пожалуйста, не проделывай этот опыт на оконном стекле, когда будешь объяснять товарищам преимущества медленных нейтронов перед быстрыми.)

Графит

Эту задачу и выполняет графитовый цилиндр — быстрые нейтроны «вязнут» в графите, скорость их уменьшается в несколько раз, словно у человека, которому приходится бежать по грудь в воде.

Должен тебе сказать, что есть теперь и такие атомные реакторы, в которых успешно трудятся быстрые нейтроны. Но почему же тогда я посоветовал тебе построить реактор на медленных нейтронах, а не на быстрых? Потому что он проще, а начинать лучше с простого. Физики тоже начинали с реакторов на медленных нейтронах. Такой реактор, например, работал на первой в мире атомной электростанции в городе Обнинске — она дала первый ток в июне 1954 года. А первый в мире мощный реактор на быстрых нейтронах удалось построить лишь спустя почти двадцать лет:

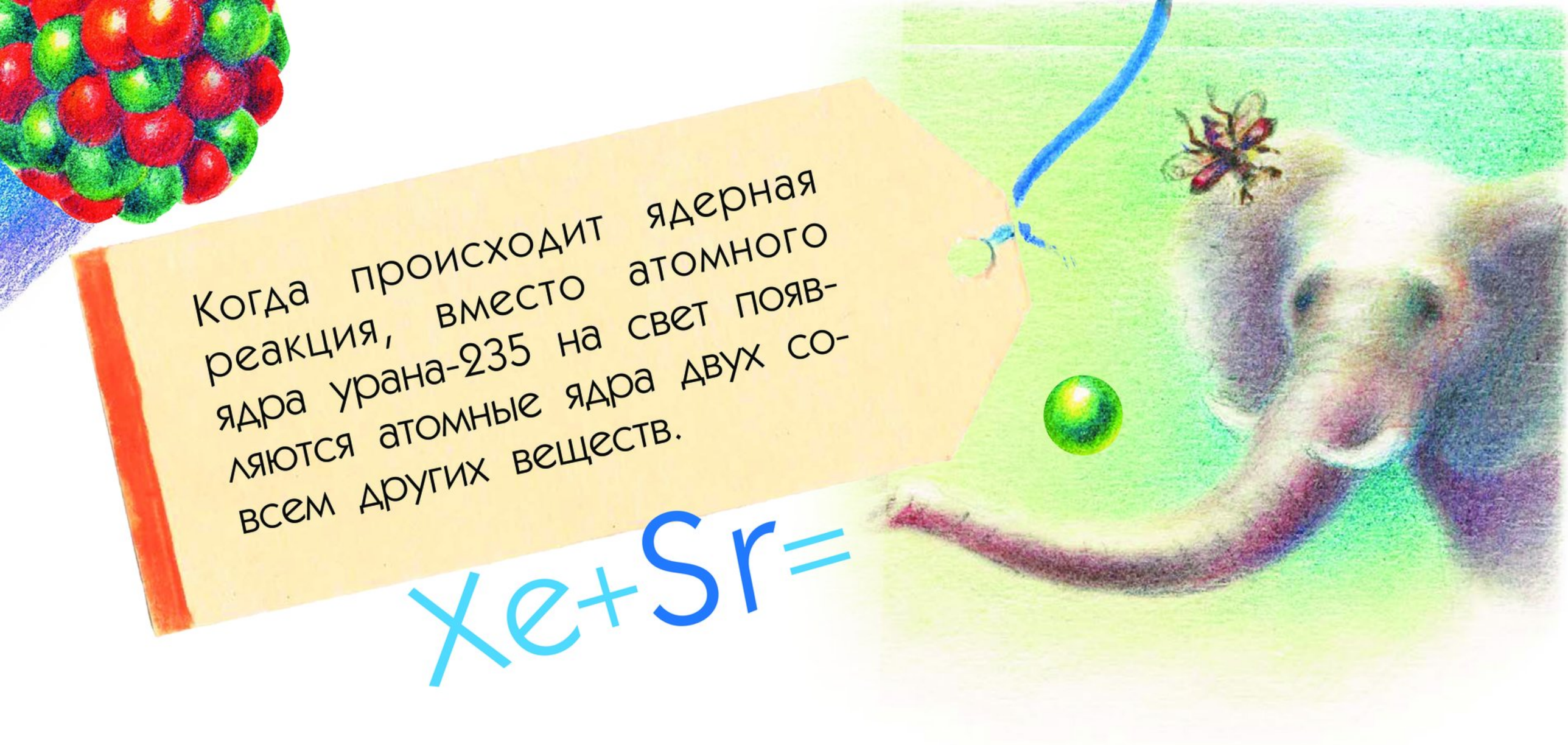
Ксенон



Стронций (минерал)

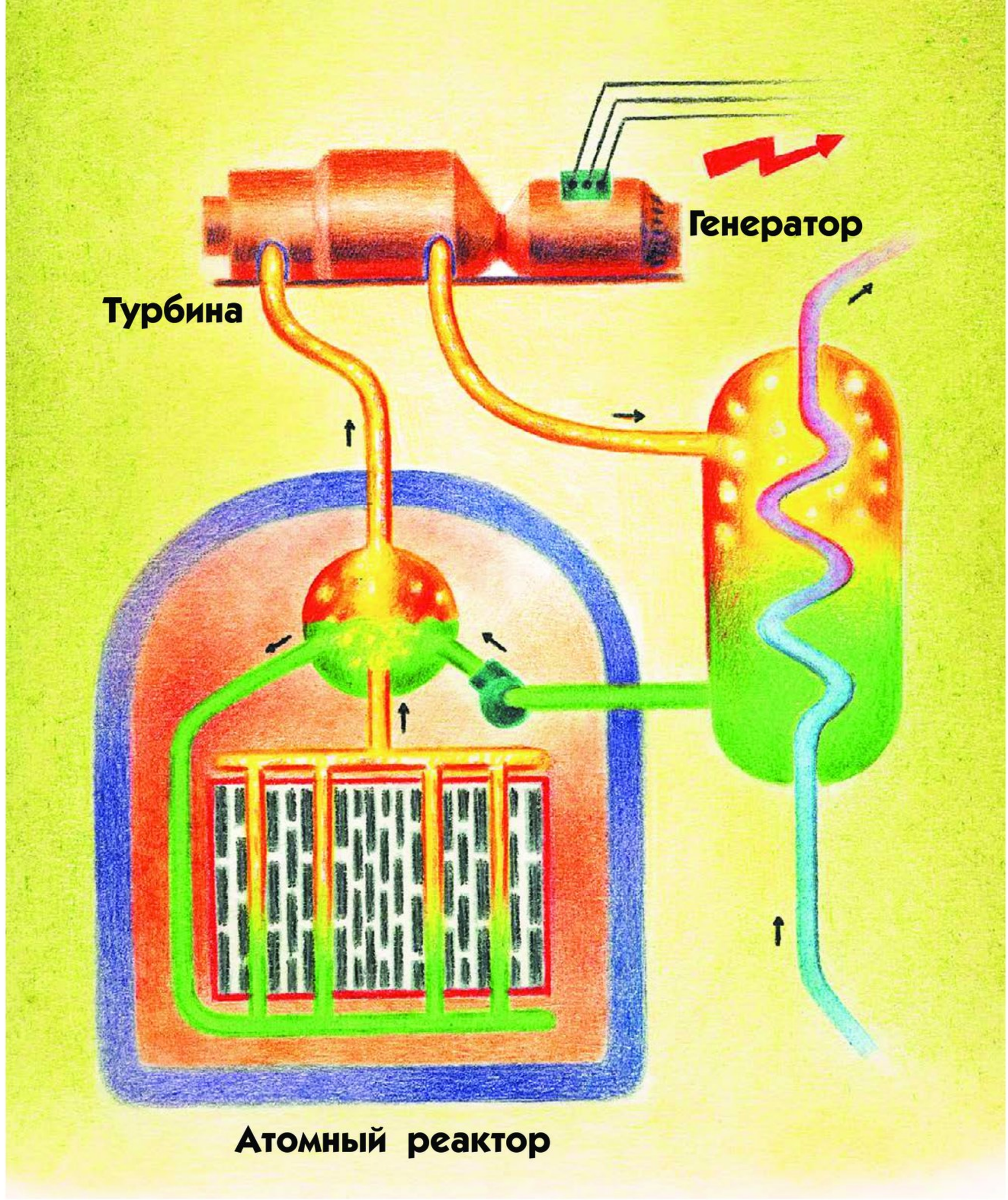
он вступил в строй летом 1973 года в городе Актау — на берегу Каспийского моря.

Ну хорошо, разбил нейтрон ядро на осколки... а что же дальше? «Осколки» — это только так говорится, а на самом деле после «катастрофы» вместо атомного ядра урана-235 на свет появляются атомные ядра двух совсем других веществ. Чаще всего это атомное ядро металла **стронция** и атомное ядро тяжёлого газа **ксенона**. Ты подумай, какие чудеса происходят: одно вещество превращается в два других, совершенно на него не по-



хожих! Это всё равно, как если бы жук налетел на слона и на месте слона вдруг оказались бы крокодил и страус!

«Осколки» атомного ядра урана, как и нейтроны, разлетаются с огромными скоростями. Но, в отличие от нейтронов, эти «осколки», налетая на другие атомы урана, не разбивают их ядра, а только раскачивают, заставляют колебаться. Атомы урана «приплясывают» всё быстрей и быстрей, и урановые стержни разогреваются. Разогреваются так сильно, что если поместить их в трубу и пропустить воду, она превратится в пар. А пар поможет получить электрический ток. Ну, а электрический ток будет делать на твоём корабле всё, что ты ему прикажешь — крутить гребной винт, поворачивать тяжеленный руль, освещать корабль, питать судовую радиостанцию...

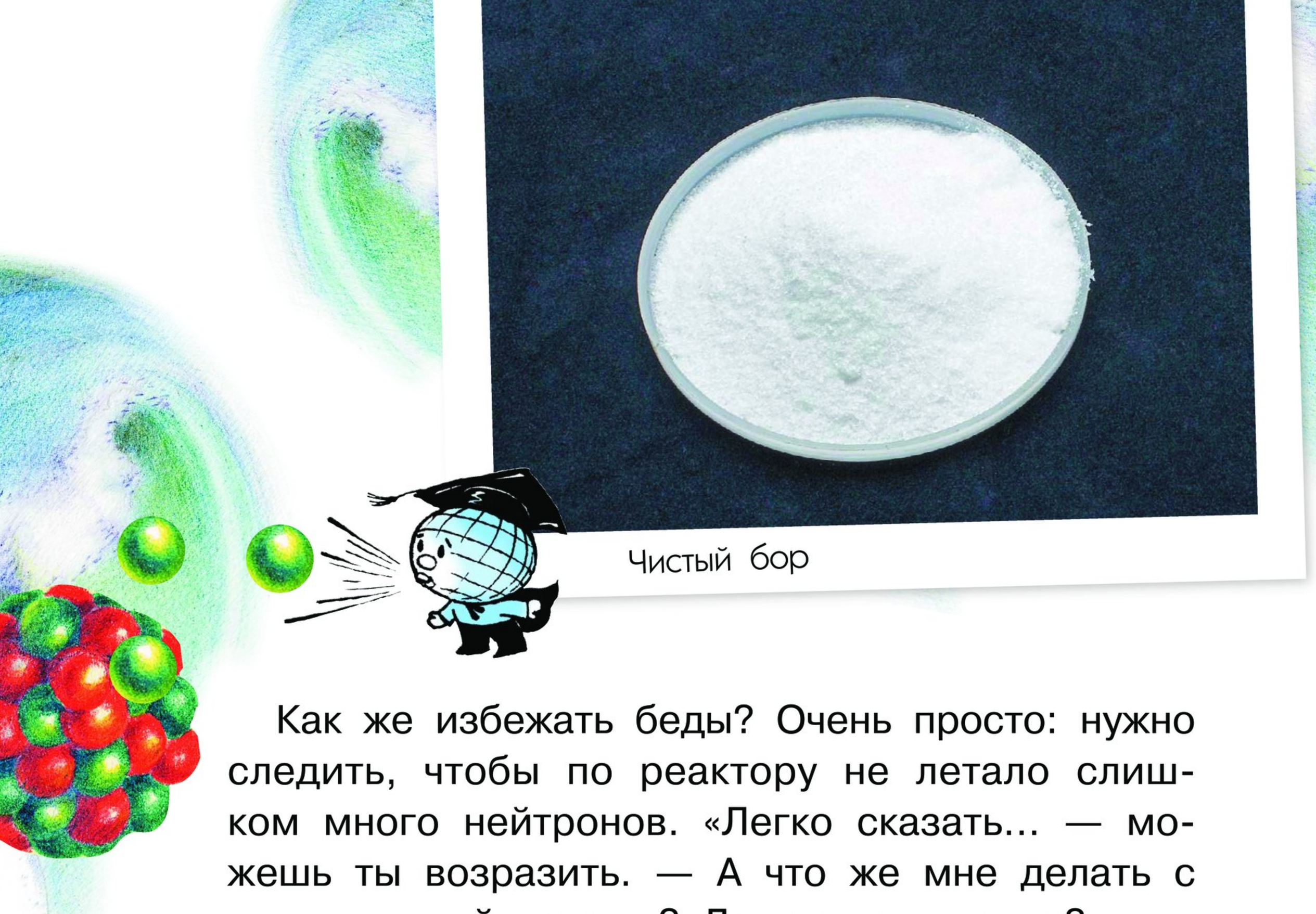


Вода, которая нагревается в атомном реакторе, отдаёт своё тепло другой воде, та превращается в пар, пар крутит **паровую турбину**, а турбина — **электрогенератор**. Зачем так сложно? Почему нельзя получать пар для турбины прямо из воды, побывавшей в реакторе? Потому что эта вода опасна — она радиоактивна!

Как поймать лишние нейтроны

Теперь я должен предупредить тебя об одной опасности. Помнишь, я говорил, что когда на атомное ядро урана-235 налетает один нейтрон, из разбитого ядра вылетают два или три нейтрона? Три нейтрона разобьют ещё три ядра. Допустим, из каждого разбитого ядра вылетело опять-таки по три нейтрона — значит, всего новых нейтронов вылетит девять. Эти девять нейтронов разобьют уже девять новых ядер... ну, и так далее. Число нейтронов будет расти, как лавина! Эта лавина нейтронов вмиг разобьёт все ядра, и произойдёт — страшно даже подумать! — **атомный взрыв**. С ураном-235 шутки плохи, за ним глаз да глаз нужен.

Так выглядит наземный атомный взрыв



Чистый бор

Как же избежать беды? Очень просто: нужно следить, чтобы по реактору не летало слишком много нейтронов. «Легко сказать... — можешь ты возразить. — А что же мне делать с лишними нейтронами? Ловить их, что ли?»

Вот именно — ловить! Не самому, конечно, — нейтрон не поймаешь рукой, как муху. Но в удивительном мире атомов есть непревзойдённые специалисты по ловле нейтронов — они-то и помогут тебе навести порядок в твоём атомном реакторе, они не позволят нейтронам летать, как им вздумается, и оставят на свободе ровно столько нейтронов, сколько нужно — ни больше, ни меньше! Кто же они, бесстрашные ловцы нейтронов?

Раньше кожу смазывали борным вазелином или промывали глаза раствором борной кисло-

Медицинский препарат

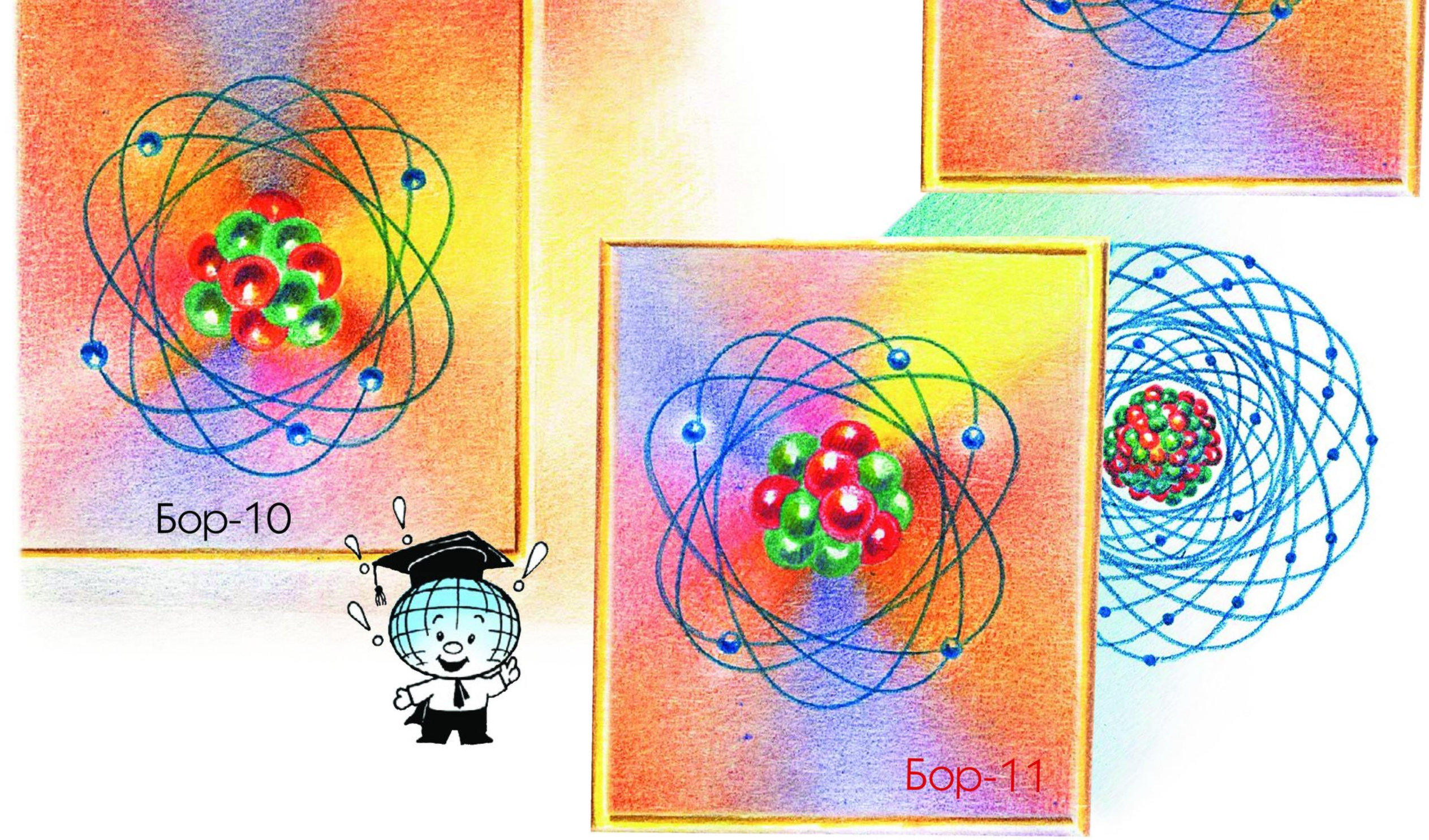
Всё это бор

Бор (минерал)

ты, ты вряд ли задумывался над тем, почему они так называются. Так вот, борная кислота и борный вазелин названы так потому, что содержат атомы бора.

А как выглядит чистый бор, то есть вещество, состоящее из одних только атомов бора? Просто бесцветный порошок...

Атомы бора — вот кто поможет тебе управлять цепной реакцией. Но учти: не все атомы бора годятся для этой цели — среди них есть две разновидности, два брата-изотопа. Их «портреты» ты можешь увидеть на странице 20.

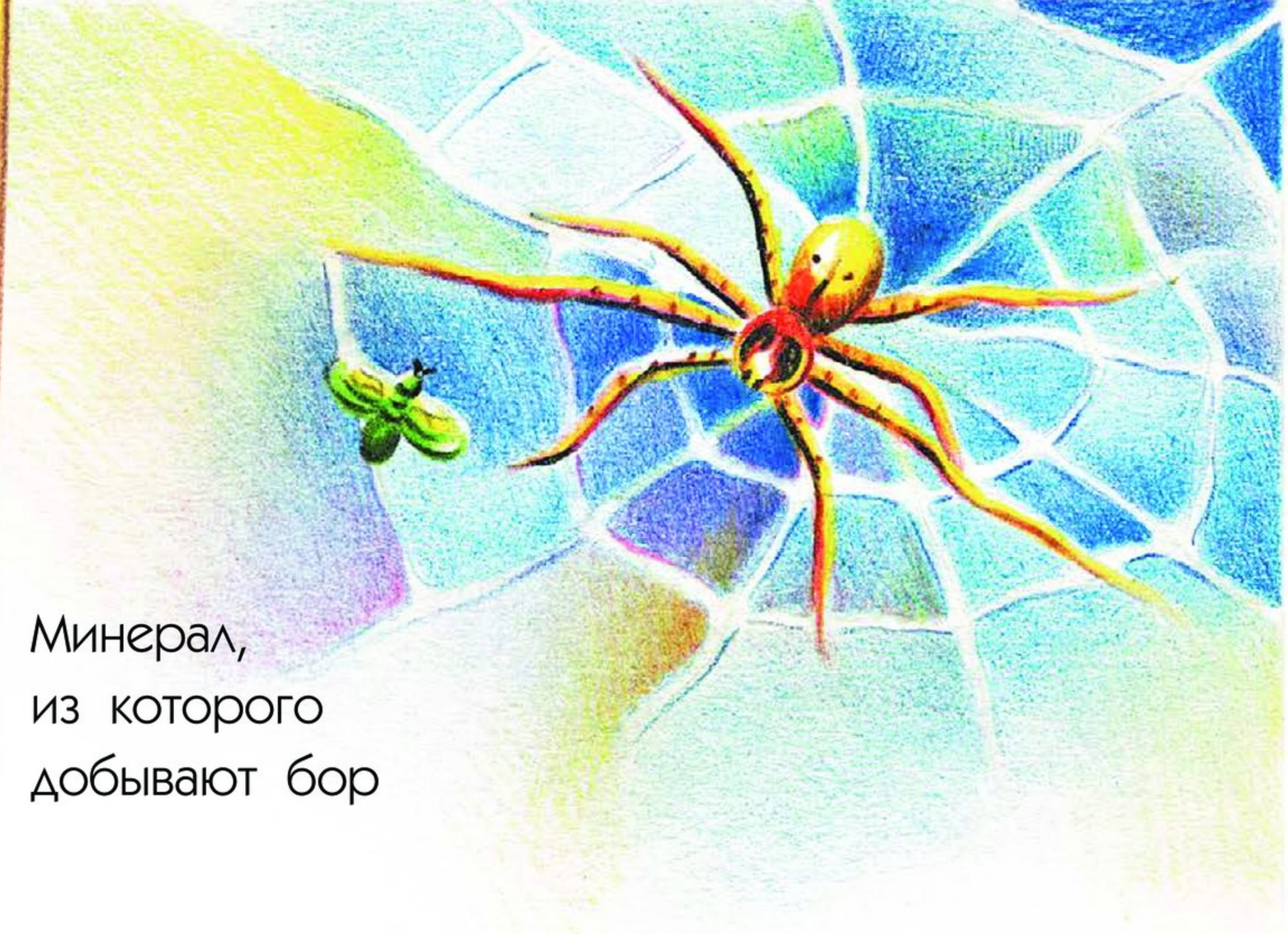


Сосчитай, сколько протонов и нейтронов в атомном ядре у одного брата-изотопа и сколько у другого, и тогда ты поймёшь, почему им дали такие имена — **бор-десять** и **бор-одиннадцать**.

Казалось бы, подумаешь — одним нейтроном больше, одним меньше... какая разница? Ядро у бора-10 чуть легче, чем у бора-11, только и всего!

И в самом деле, атомы бора-10 настолько похожи на атомы бора-11, что химикам приходится прилагать много труда, прежде чем удаётся отделить один изотоп бора от другого.

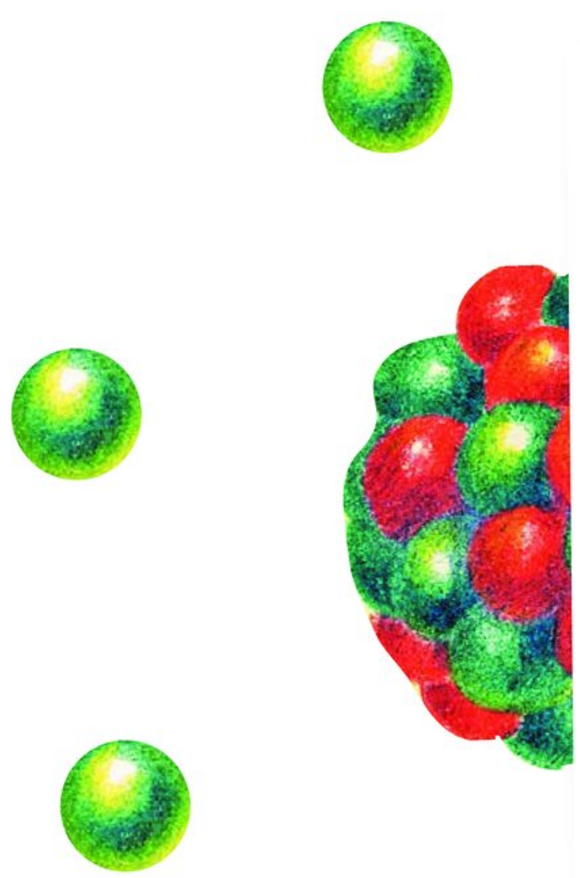
Но оказывается, со свободными нейтронами, то есть с нейтронами, которые не сидят смирно в атомном ядре, а «гуляют сами по себе», братья-изотопы ведут себя совершенно по-разному.



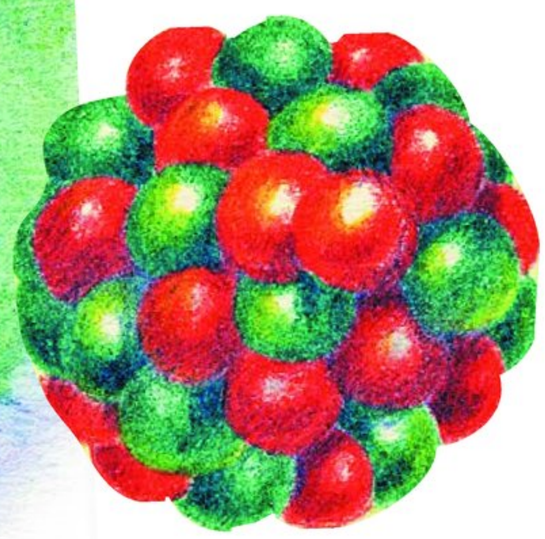
Минерал, из которого добывают бор

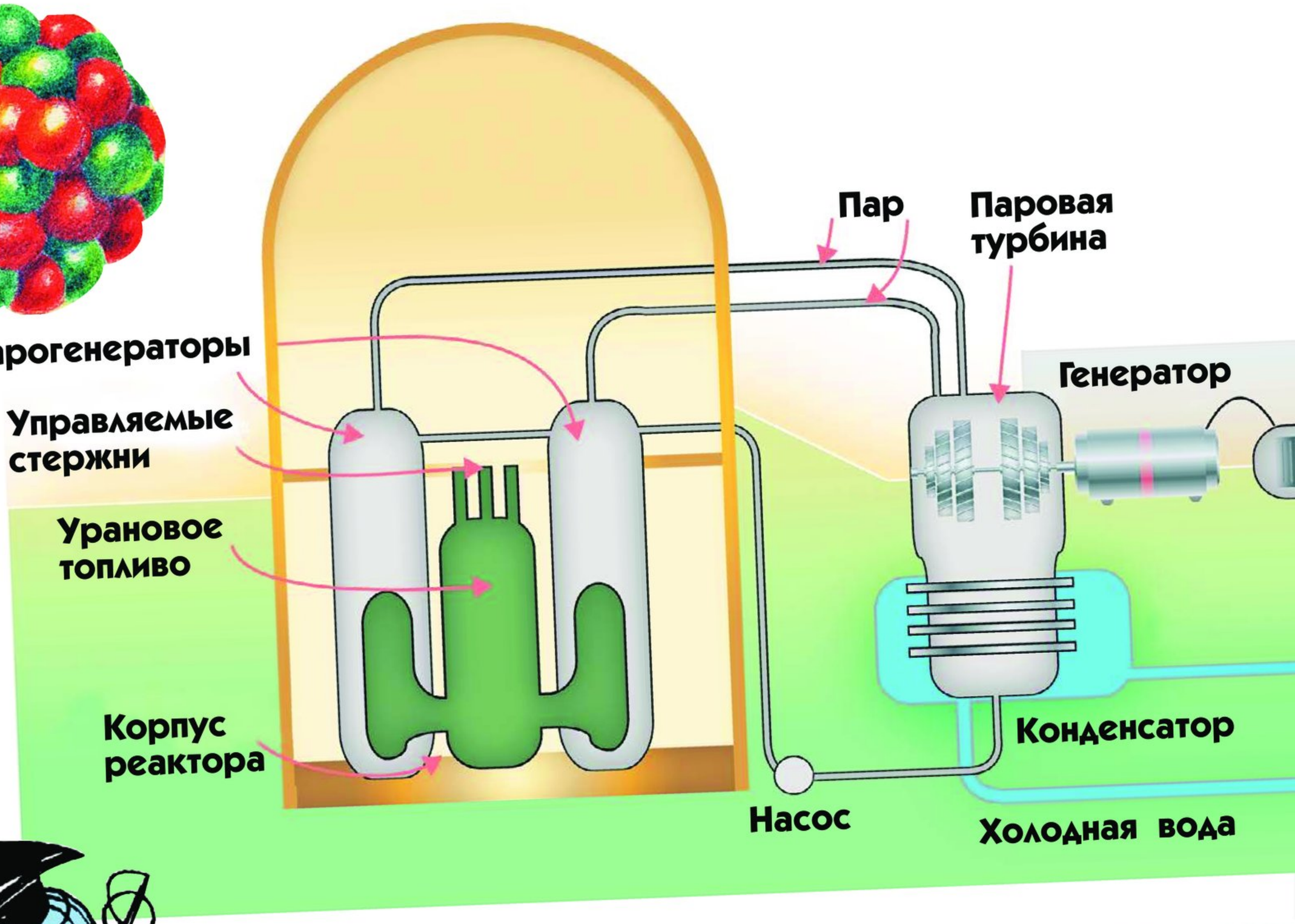
Атом бора-10, словно паук на паутине,— только и ждёт, когда мимо пролетит ничего не подозревающий нейтрон. Хвать! — и нейтрон «проглочен»: атом бора-10 присоединил его к своему ядру... А вот атом бора-11 не только не глотает нейтроны, а, наоборот, отталкивает их.

Выходит, лишь атомы бора-10 сумеют помочь тебе избавиться от лишних нейтронов.



Бор





Сделай в цилиндре ещё несколько отверстий и помести в них стержни из специальной бористой стали — в ней полным-полно атомов бора-10 (в твоей модели роль управляющих стержней из бористой стали могут исполнять просто спички). Ну, а на всякий случай над реактором, как часовые, будут стоять в полной боевой готовности аварийные стержни из бористой стали: при малейшей опасности они упадут вниз и мгновенно прекратят цепную реакцию...

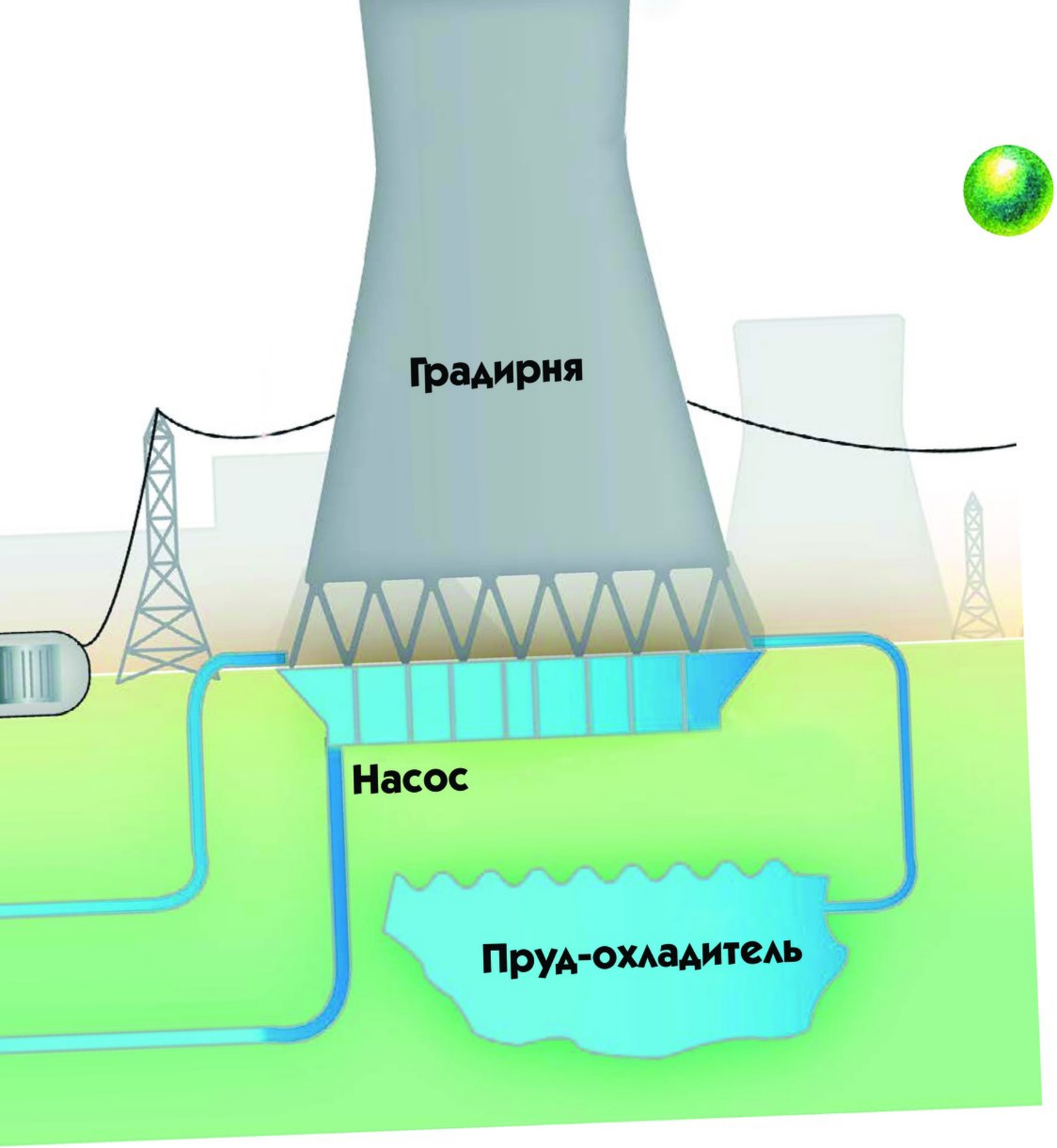


Схема работы атомной электростанции

Если ты опустишь стержни до самого дна цилиндра, в твоём атомном реакторе окажется столько атомов бора-10, что они проглотят почти все летающие по реактору нейтроны, и «атомная топка» погаснет, словно печка, в которую плеснули ведро воды.
Но вот ты слегка приподнял стержни...
Теперь уже часть нейтронов осталась на свободе, и цепная реакция началась, уран стал разогреваться. Приподнимешь стержни повыше — значит, разрешишь большему числу нейтронов свободно гулять по реактору и разбивать атомные ядра урана-235, и он разогреется сильнее...
Так с помощью управляющих стержней ты сможешь управлять работой своего атомного реактора.

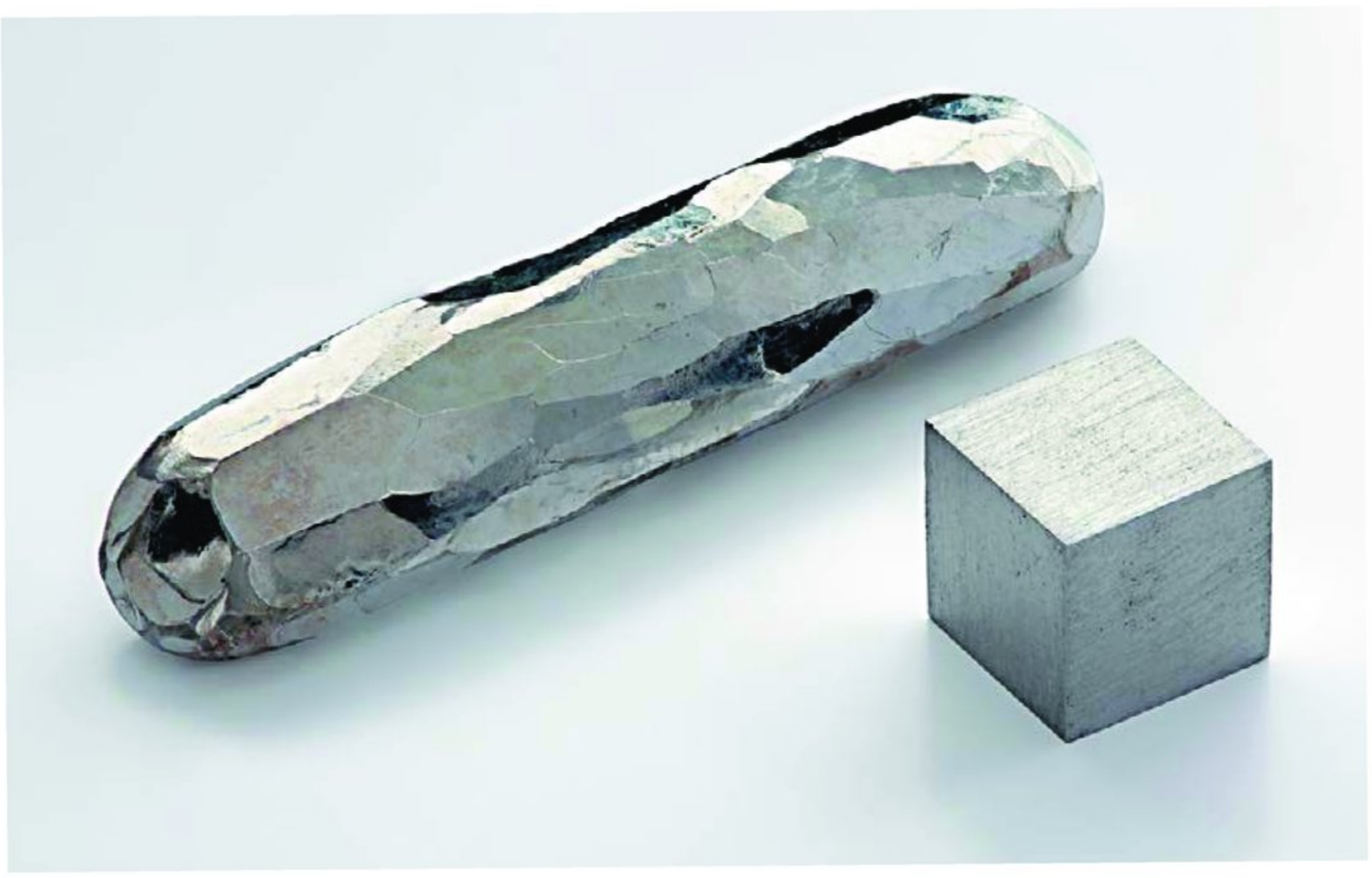
Cd
кадмий

Кадмиевый смитсонит

Надо сказать, что свойством «глотать» пролетающие мимо нейтроны обладают не только атомы бора-10, но и атомы некоторых других веществ, например, металла кадмия — из него тоже нередко делают управляющие и аварийные стержни.

Конечно, люди опускают и поднимают управляющие стержни и сбрасывают вниз аварийные стержни не своими руками. Эту ответственную и опасную работу поручают автоматам.

Кадмий



Крышка реактора

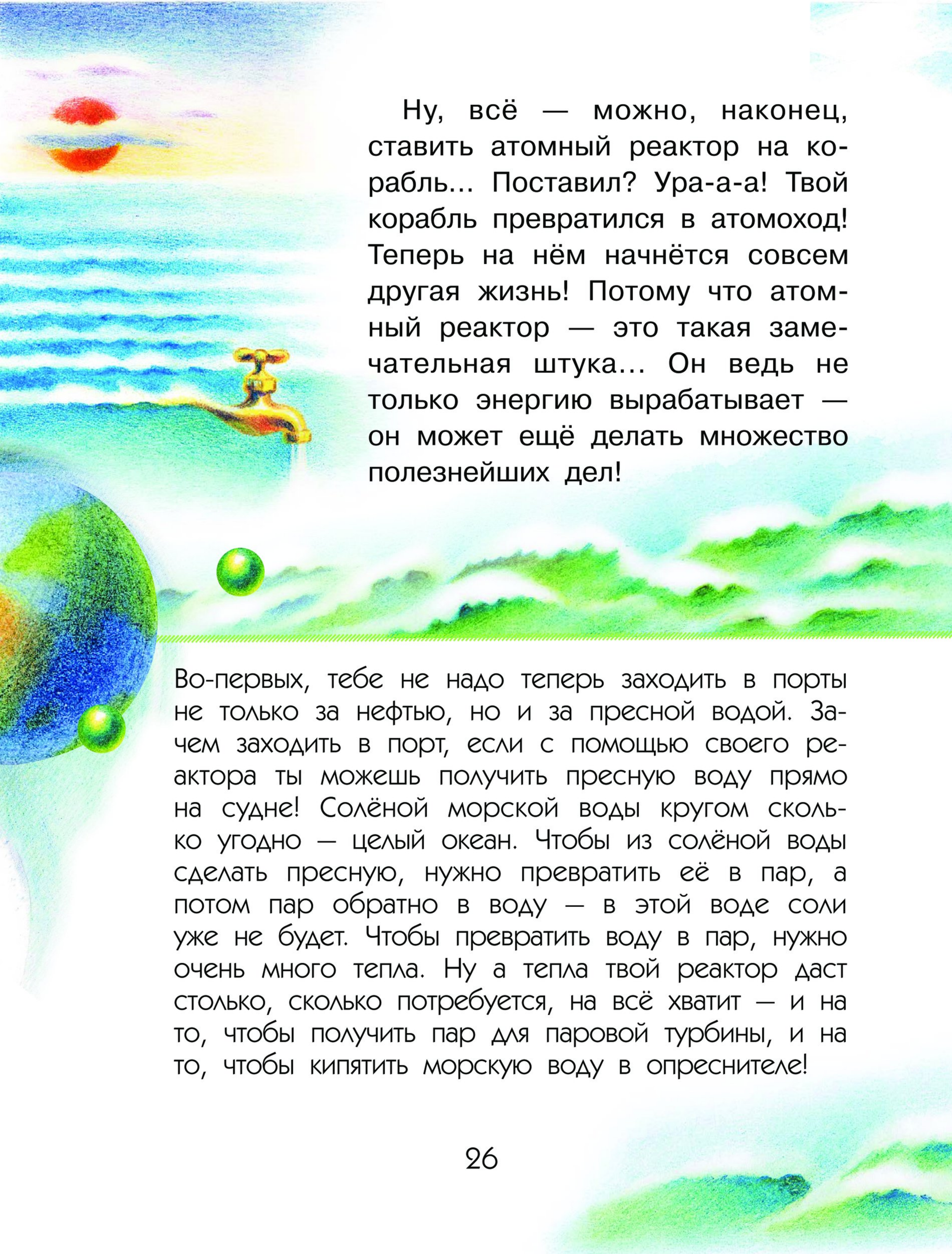
Кран для замены топливных стержней

Свободные нейтроны, которые так ловко разбивают ядра атомов урана-235, с таким же успехом могут разбить и ядра атомов, из которых состоишь ты сам или любой другой человек. Нейтронам ведь всё равно, какие ядра разбивать... Правда, от них можно защититься, поставив на их пути заслон из атомов, которые отталкивают нейтроны.

А какие атомы отталкивают нейтроны? Ну-ка, вспомни...

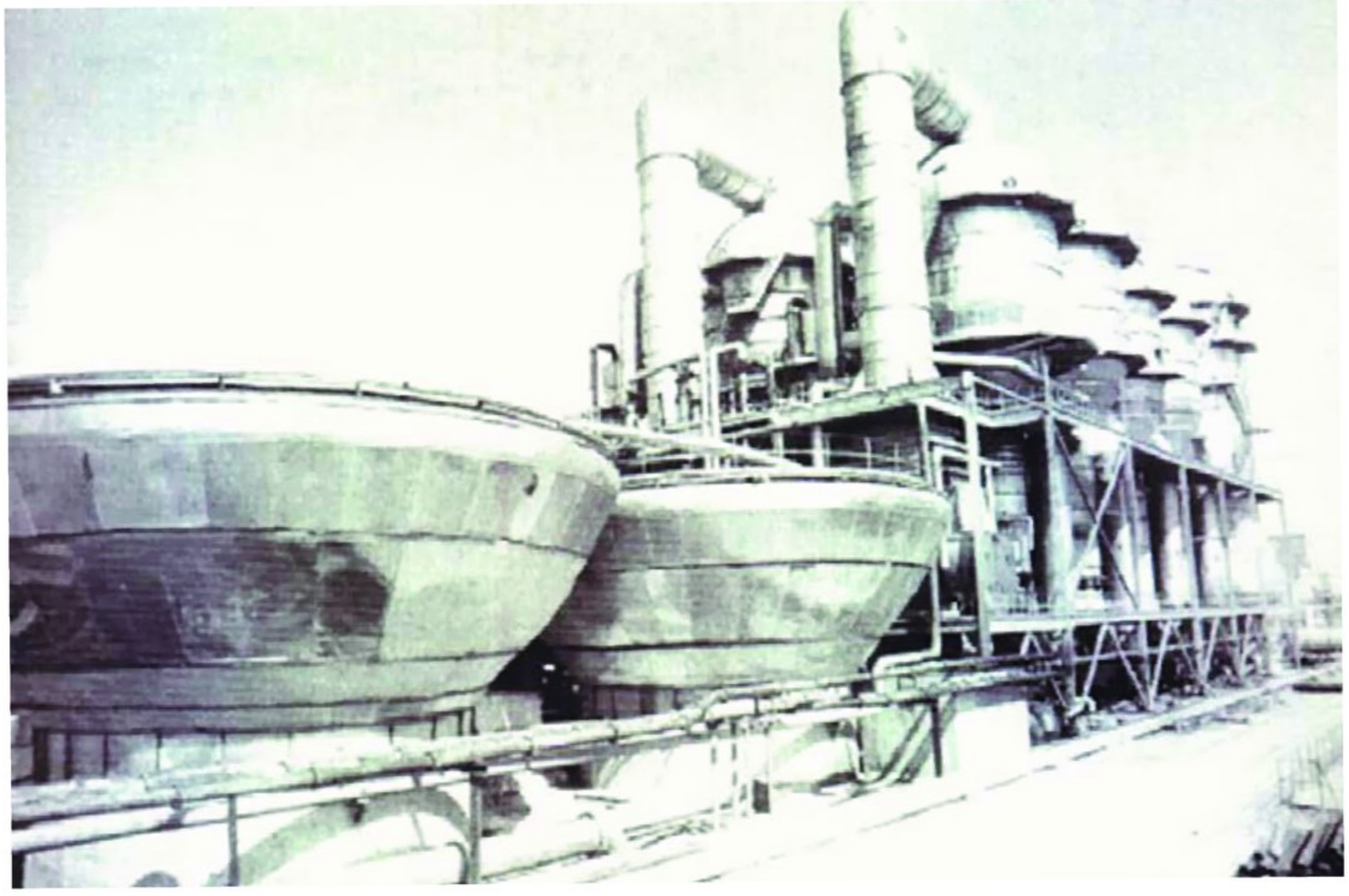
Правильно — атомы бора-11!

Давай включим атомы бора-11 в сталь, а из этой стали сделаем для твоего реактора защитный кожух. Ни один нейтрон не прорвётся наружу — налетев на атомы бора-11, все нейтроны будут отскакивать от них, как горох от стенки!



Ну, всё — можно, наконец, ставить атомный реактор на корабль... Поставил? Ура-а-а! Твой корабль превратился в атомоход! Теперь на нём начнётся совсем другая жизнь! Потому что атомный реактор — это такая замечательная штука... Он ведь не только энергию вырабатывает — он может ещё делать множество полезнейших дел!

Во-первых, тебе не надо теперь заходить в порты не только за нефтью, но и за пресной водой. Зачем заходить в порт, если с помощью своего реактора ты можешь получить пресную воду прямо на судне! Солёной морской воды кругом сколько угодно — целый океан. Чтобы из солёной воды сделать пресную, нужно превратить её в пар, а потом пар обратно в воду — в этой воде соли уже не будет. Чтобы превратить воду в пар, нужно очень много тепла. Ну а тепла твой реактор даст столько, сколько потребуется, на всё хватит — и на то, чтобы получить пар для паровой турбины, и на то, чтобы кипятить морскую воду в опреснителе!

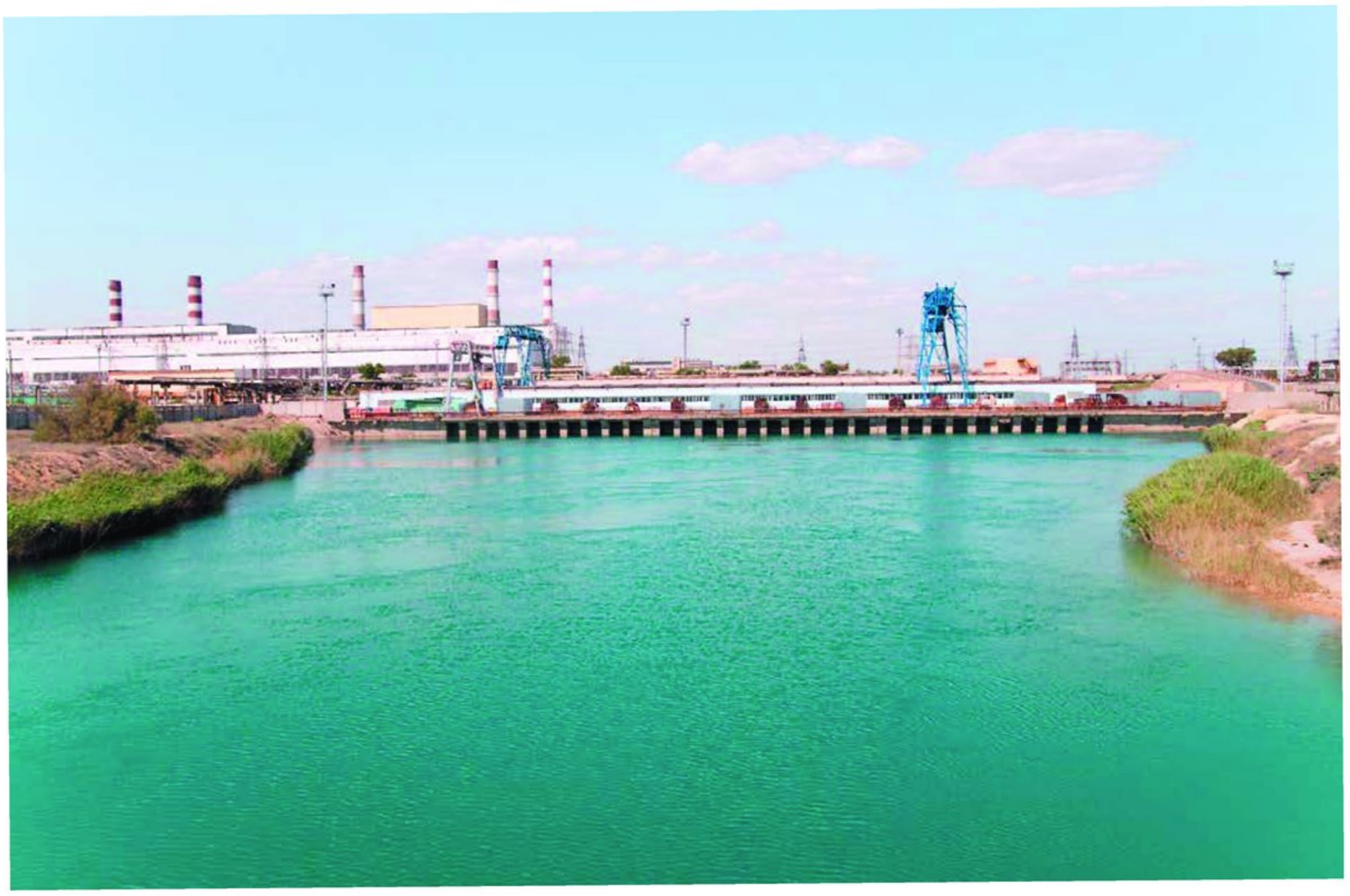


Опреснители

В городе Актау атомный реактор целый город поил пресной водой, да ещё и электроэнергию давал.

Во-вторых, твой атомный реактор может стать настоящей фабрикой радиоактивных изотопов, которые очень пригодятся тебе на атомоходе во время плавания.

Атомная станция в Актау



Что такое радиоактивные изотопы

Слово «изотопы» тебе уже известно: это вещества, в атомных ядрах которых одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. С некоторыми изотопами ты сам имел дело, строя атомный реактор: с изотопом урана — ураном-235, с изотопами бора — бором-10 и бором-11.

А что значит **«радиоактивные»**?

Слово «радио» означает по-латыни «излучаю». Выходит, радиоактивные изотопы (радиоизотопы) — это изотопы, которые излучают.

Кошка поглащает тепло, излучаемое радиатором

Электролампочка излучает свет. Радиатор водяного отопления излучает тепло. Радиостанция излучает радиоволны. А что излучают радиоактивные изотопы?

Давай-ка посмотрим ещё раз на «портреты» наших старых знакомых — братьев-изотопов бора-10 и бора-11. Их атомные ядра ничего не излучают. Значит, бор-10 и бор-11 — не радиоактивные изотопы.

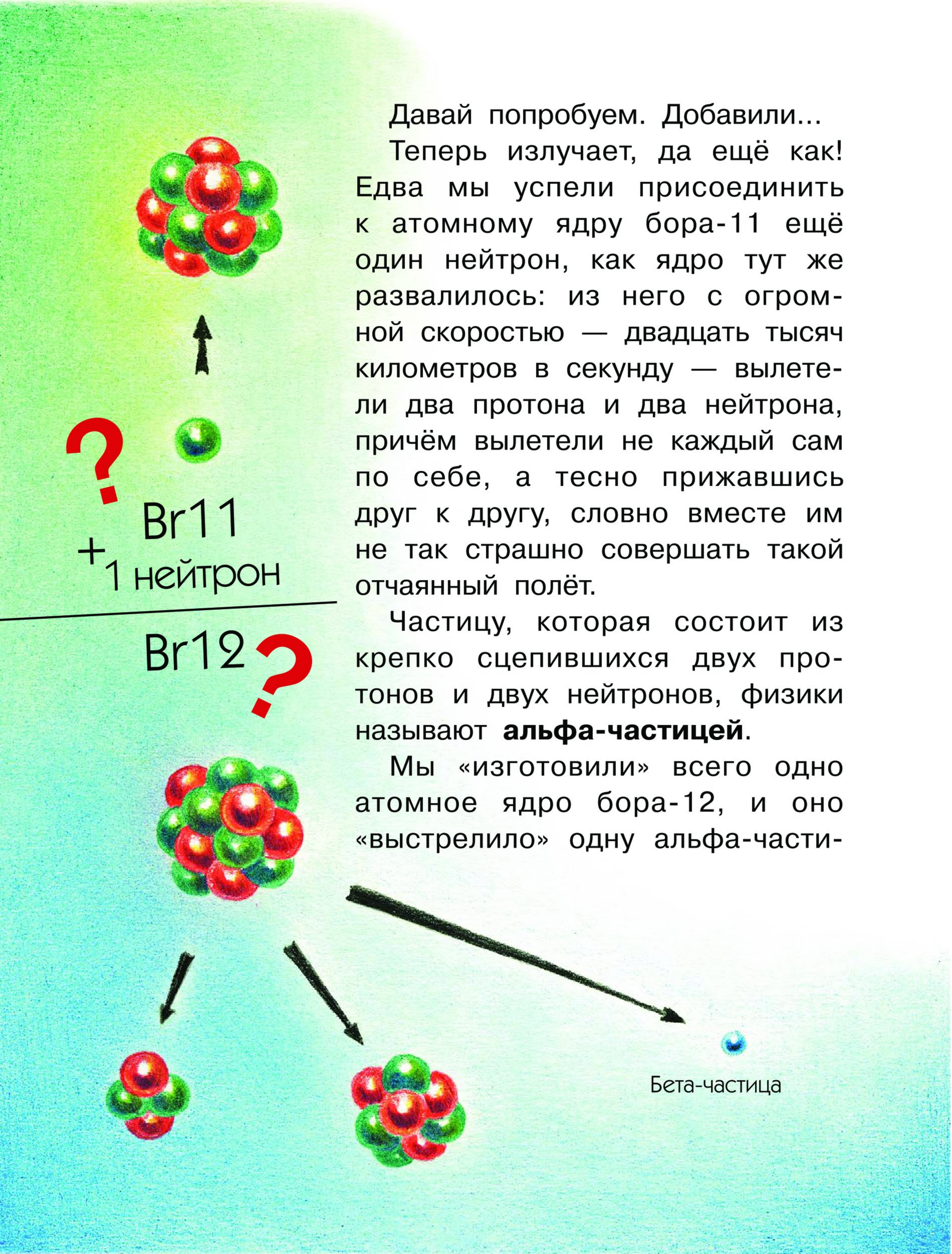
А что если добавить к атомному ядру бора-11 ещё один нейтрон? Тогда бор-11 превратится в бор-12. Может, этот изотоп бора радиоактивный?

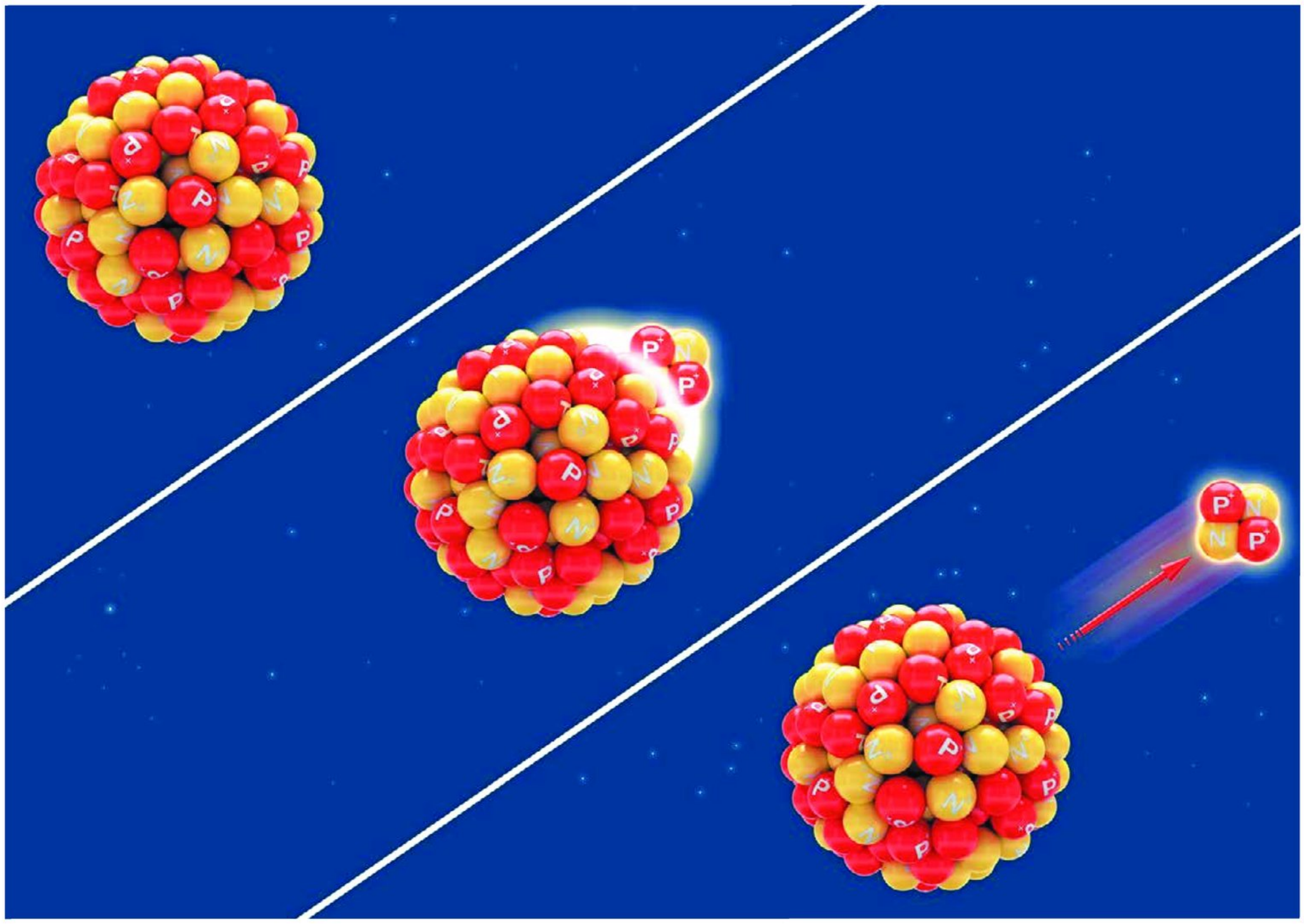
Давай попробуем. Добавили...

Теперь излучает, да ещё как! Едва мы успели присоединить к атомному ядру бора-11 ещё один нейтрон, как ядро тут же развалилось: из него с огромной скоростью — двадцать тысяч километров в секунду — вылетели два протона и два нейтрона, причём вылетели не каждый сам по себе, а тесно прижавшись друг к другу, словно вместе им не так страшно совершать такой отчаянный полёт.

Частицу, которая состоит из крепко сцепившихся двух протонов и двух нейтронов, физики называют **альфа-частицей**.

Мы «изготовили» всего одно атомное ядро бора-12, и оно «выстрелило» одну альфа-части-





Альфа-распад

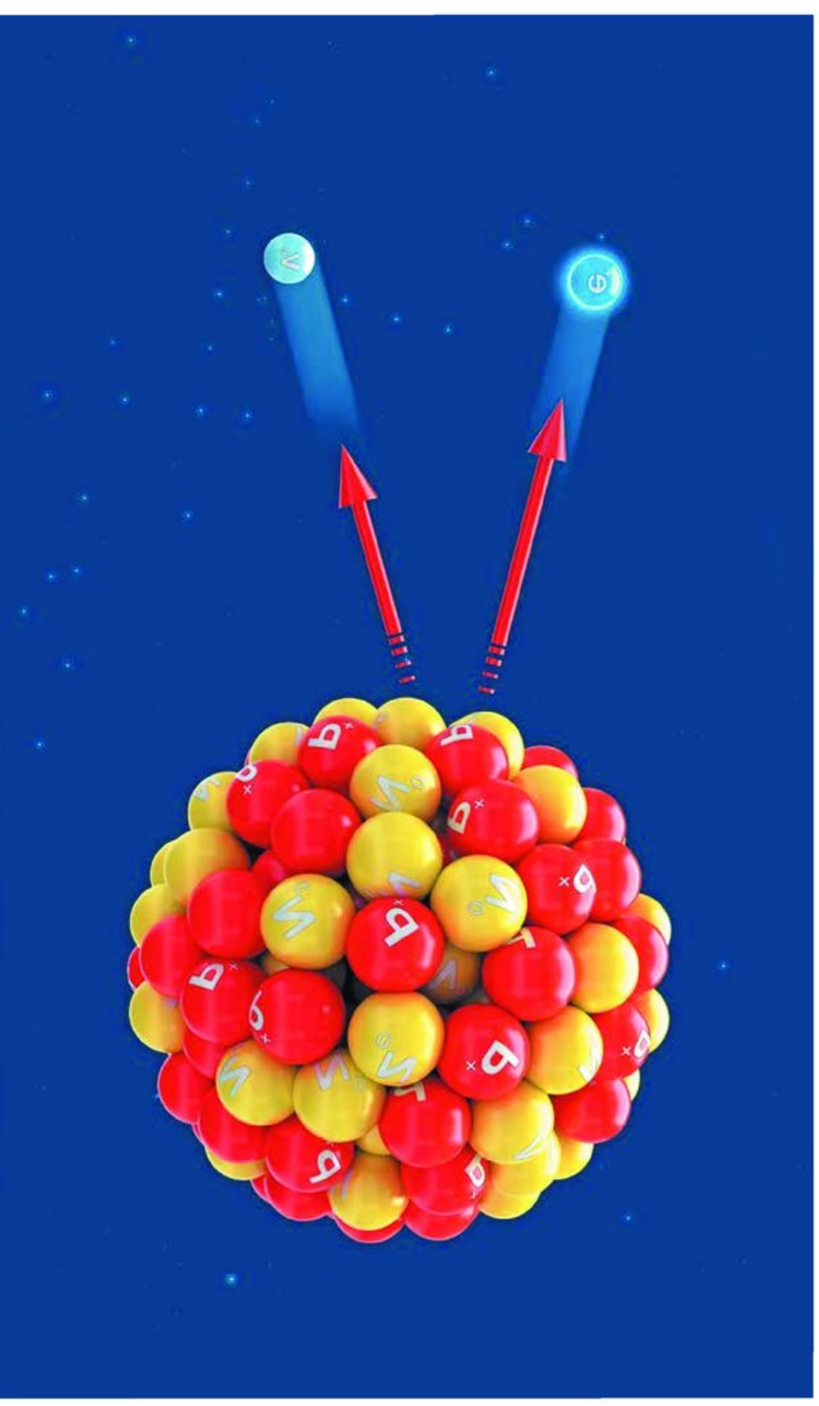
цу. А вот если бы у нас была хотя бы крупинка бора-12, пусть даже совсем маленькая, с маковое зёрнышко,— всё равно в этой крупинке такое великое множество атомов, что она излучила бы целые потоки альфа-частиц! Потоки альфа-частиц называют обычно **альфа-лучами**.

Пока мы с тобой следили за полётом альфа-частицы, в оставшейся после «выстрела» части ядра произошли удивительные события.

5 протонов 7 нейтронов (было в ядре Br12)

2 протона 2 нейтрона (унесла альфа-частица)

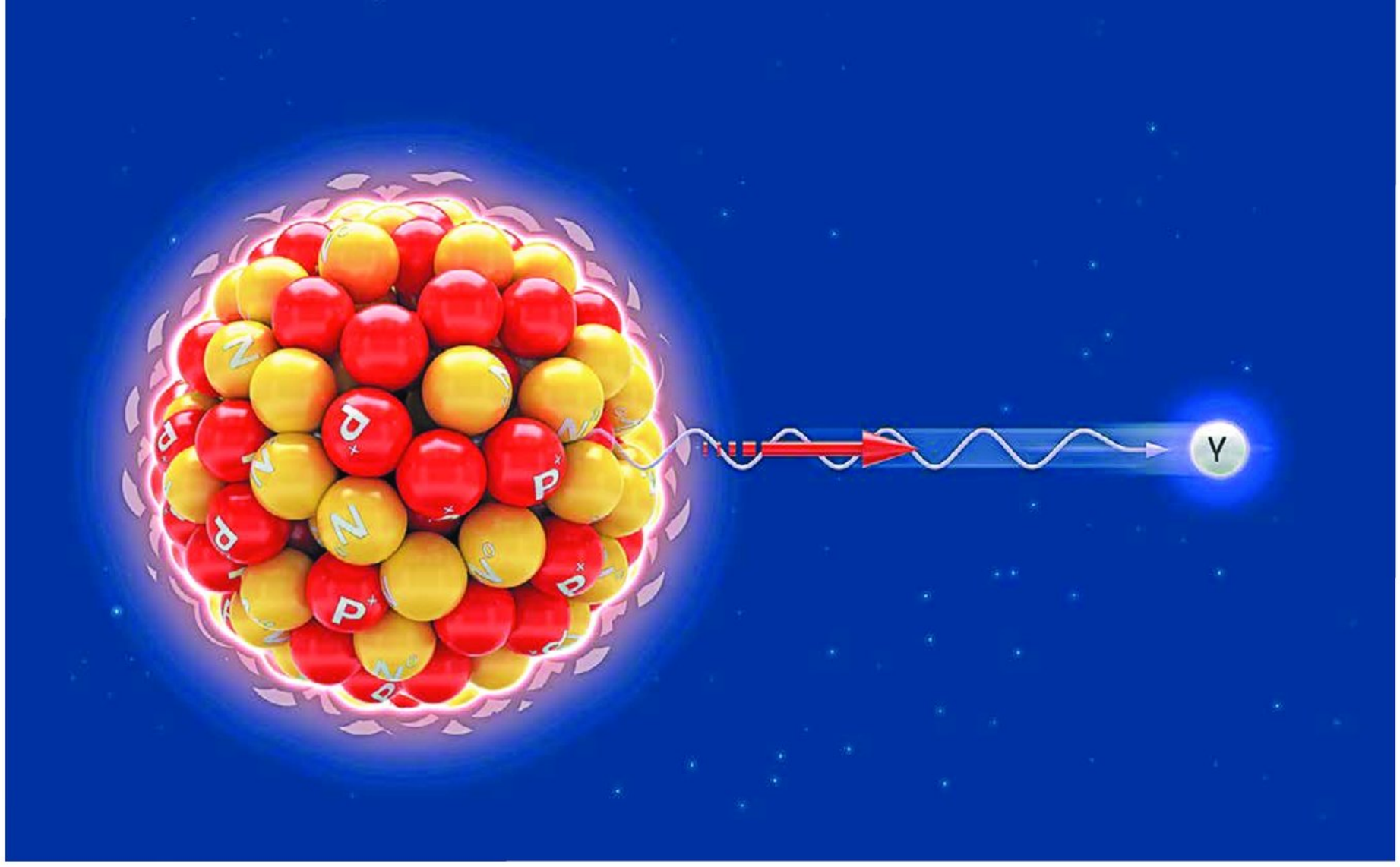
4 протона 4 нейтрона ?



Бета-лучи

Реши простенькую задачу. В атомном ядре бора-12 было пять протонов и семь нейтронов. Два протона и два нейтрона унесла с собой альфа-частица. Сколько осталось протонов и нейтронов?

Ну, тут и думать нечего: осталось три протона и пять нейтронов. Проверим... Что такое?! Вместо трёх протонов — четыре, а вместо пяти нейтронов — тоже четыре! Откуда взялся лишний протон и куда делся один нейтрон? Нейтрон превратился в протон — вот куда он делся! И самое интересное, во время превращения нейтрона в протон родилась ещё одна частица— электрон. Ведь до этого никаких электронов в ядре и в помине



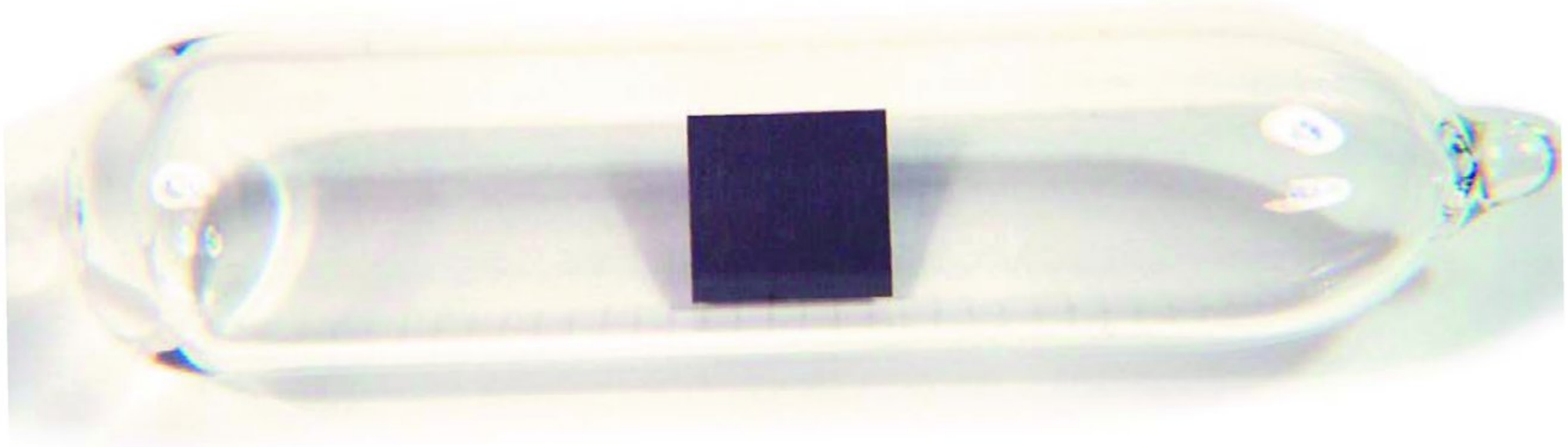
Гамма-лучи

не было! Вокруг атомного ядра, как ты помнишь, электроны есть — они кружатся по орбитам, а в самом ядре — только протоны и нейтроны.

А где же новорождённый электрон? Его и след простыл — он умчался с невероятной, немыслимой скоростью — почти со скоростью света. А скорость света — триста тысяч километров в секунду. Ничего себе новорождённый!

Электроны, рождённые в атомных ядрах радиоактивных изотопов, физики называют **бета-частицами**, а потоки бета-частиц — **бета-лучами**. Значит, бор-12 кроме альфа-лучей испускает и бета-лучи. Но и это ещё не всё!

В тот момент, когда атомное ядро бора-12 разваливалось, оно послало, как бы на прощанье, ещё и **гамма-лучи**. Они очень напоминают



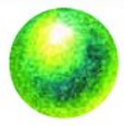
Торий

по своим свойствам рентгеновские лучи. Только гамма-лучи проходят сквозь непрозрачные предметы ещё свободнее, чем рентгеновские!

Итак, мы с тобой насчитали три вида радиоактивных лучей: альфа-, бета- и гамма-лучи. Бор-12 излучает все три вида лучей. Но далеко не каждый радиоактивный изотоп такой универсал: есть радиоизотопы, которые излучают только альфа-лучи или только бета-лучи.

Атомные ядра любого радиоизотопа распадаются не одновременно: то одно ядро развалится, то другое, — но рано или поздно уцелевших ядер останется

Период распада Тория-232 14 млрд лет!



А бор-12 рападается за доли секунды

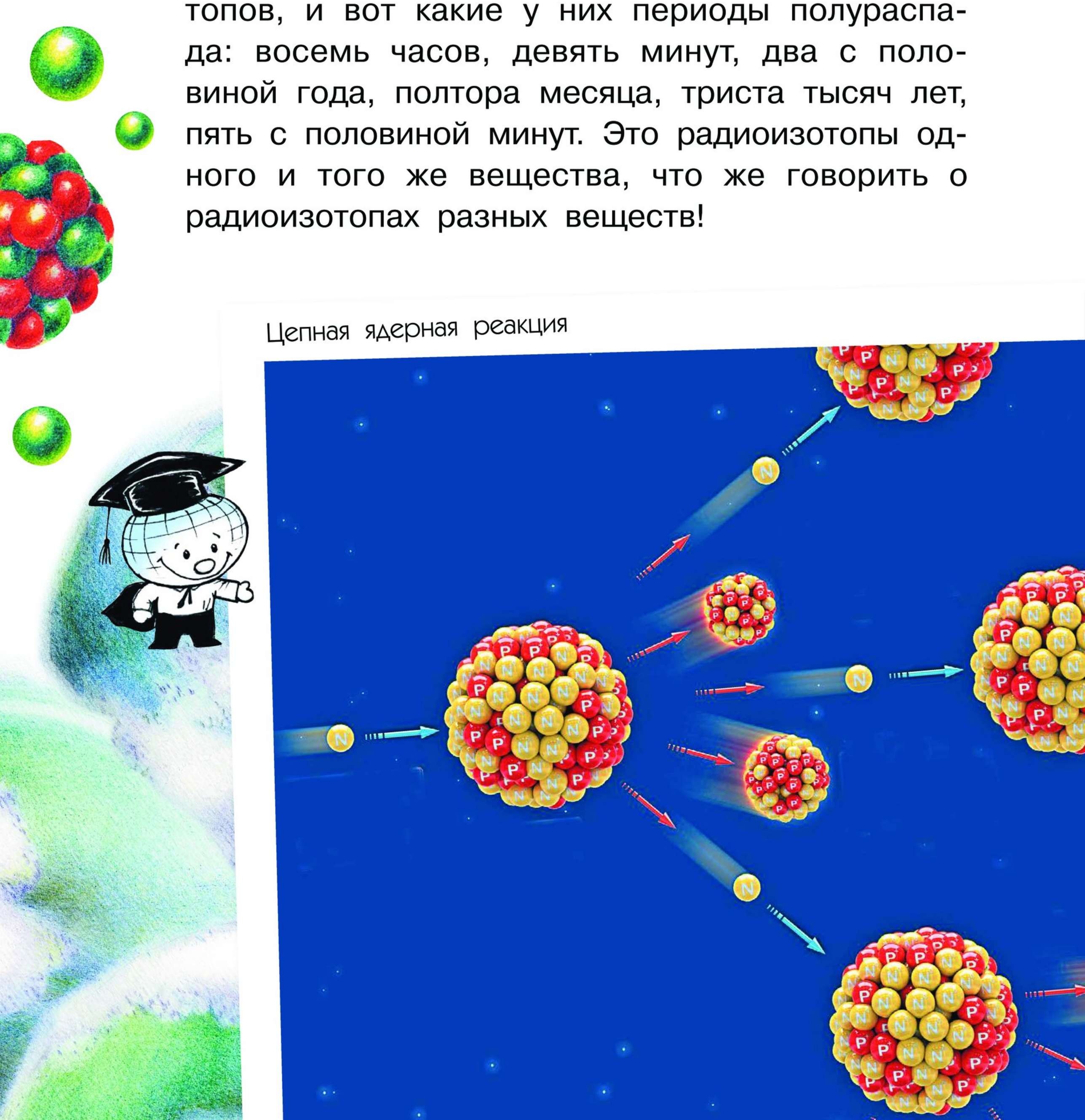
так мало, что радиоизотоп, можно сказать, прекратит своё существование. Как скоро это произойдёт? Увы, с бором-12 это произойдёт очень скоро: меньше чем за две сотых доли секунды половина его атомных ядер распадётся, ещё за две сотых доли секунды распадётся половина уцелевших ядер, и так далее... Не успеешь глазом моргнуть, как от бора-12 останется одно воспоминание.

К счастью, не у всех радиоизотопов такой короткий век. А есть просто чемпионы долголетия! Например, чтобы у тяжёлого металла тория-232 распалась половина атомных ядер, должно пройти четырнадцать миллиардов лет.

Черепахи живут до двухсот лет, а некоторые мотыльки немногим дольше суток. «Жизнь» радиоизотопа бора-12 намного короче...

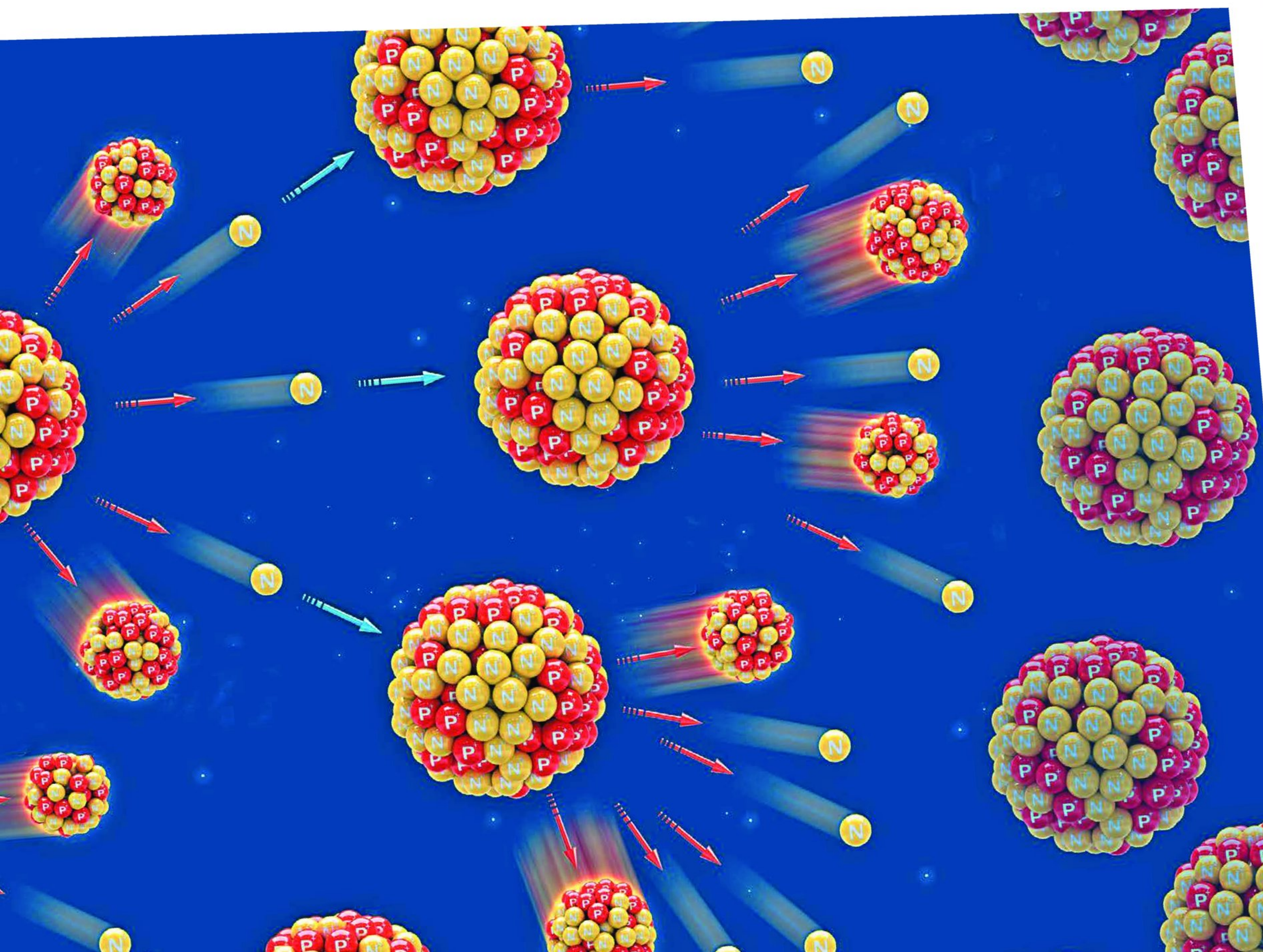
Время, за которое распадается половина атомных ядер радиоактивного изотопа, физики называют **периодом полураспада**.

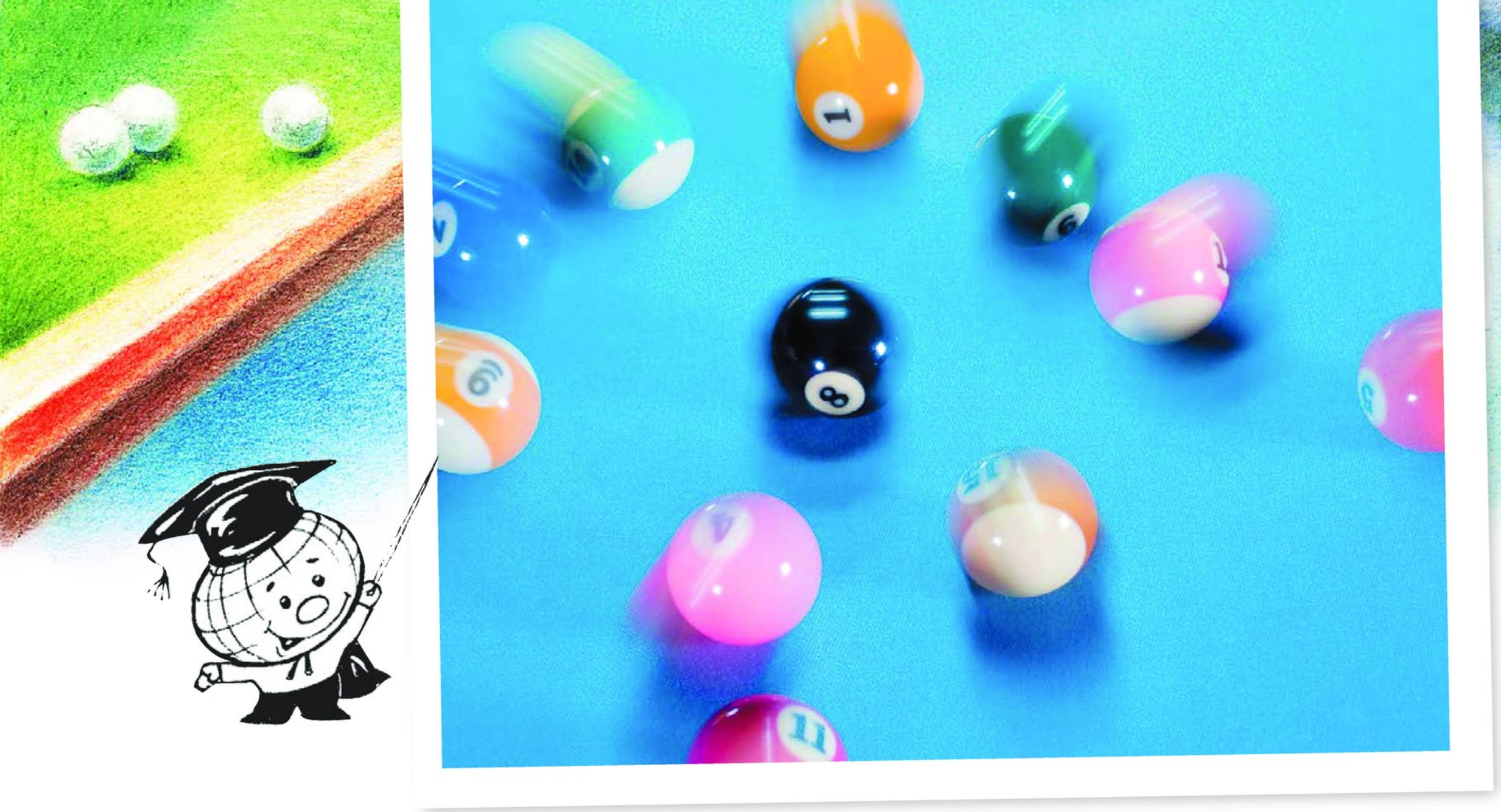
Скажем, у железа шесть радиоактивных изотопов, и вот какие у них периоды полураспада: восемь часов, девять минут, два с половиной года, полтора месяца, триста тысяч лет, пять с половиной минут. Это радиоизотопы одного и того же вещества, что же говорить о радиоизотопах разных веществ!



Сейчас известно больше тысячи радиоактивных изотопов. Некоторые из них найдены в природе, но большинство получено искусственно, в атомных реакторах. Вот и ты можешь получить в своём реакторе радиоизотопы какого угодно вещества — твёрдого, жидкого, газообразного, с любым сроком жизни, с любым видом излучения — альфа, бета, гамма!

Что же делать со всем этим изотопным богатством? Где и как его использовать на твоём атомоходе?





Ты умеешь играть в биллиард? Тогда вообрази, что биллиардный шар налетел на кучку шаров. Что произойдёт? Он разобьёт кучку. Или выбьет из неё стоящий с краю шар, а сам станет на его место. Если же ты пошлёшь шар потихонечку, он докатится до кучки и присоединится к другим шарам, верно?

Что-то похожее происходит и в атомном реакторе.

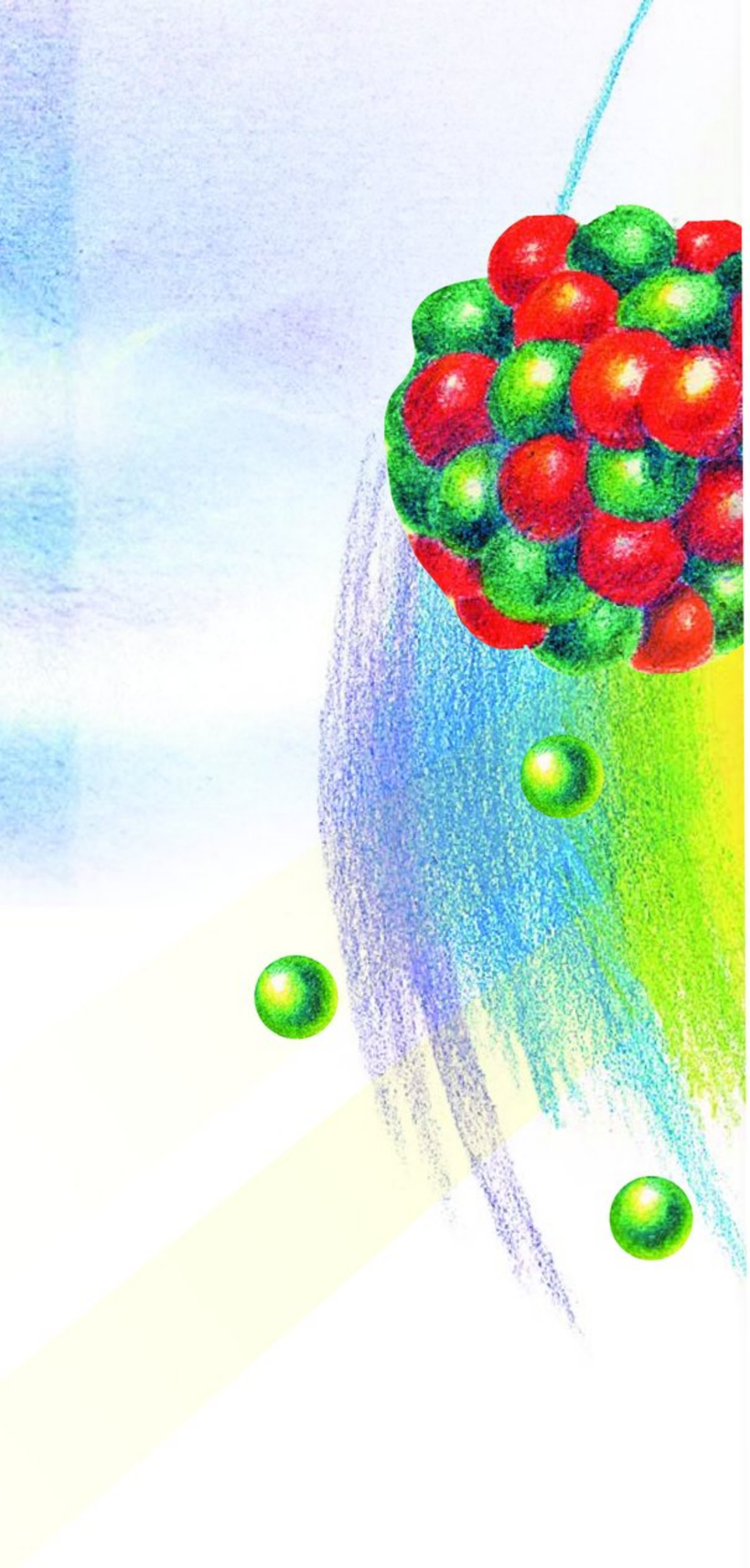
Как только ты поместишь в реактор какое-нибудь вещество, его атомные ядра тут же попадут под обстрел нейтронов, и начнётся «игра в атомный биллиард». Налетев на ядро, нейтрон может разбить его. А может выбить из ядра протон и стать на его место. Или же нейтрон просто присоединится к ядру. После такой «игры» многие вещества становятся радиоактивными.

Что умеют делать радиоизотопы

Гамма-лучи, как мы уже говорили, проходят сквозь непрозрачные преграды, словно свет сквозь стекло. Крупинка радиоизотопа, излучающего гамма-лучи, заменяет громоздкий и **тяжёлый рентгеновский аппарат**, да к тому же не требует электропитания. Это может здорово выручить тебя во время плавания!

Допустим, получил твой атомоход пробоину (от этого ни одно судно не застраховано). Быстро наложили стальную заплату. Как убедиться, что она прочно приварена к корпусу, не отвалится? Надо выяснить,

Громоздкий рентгеновский аппарат



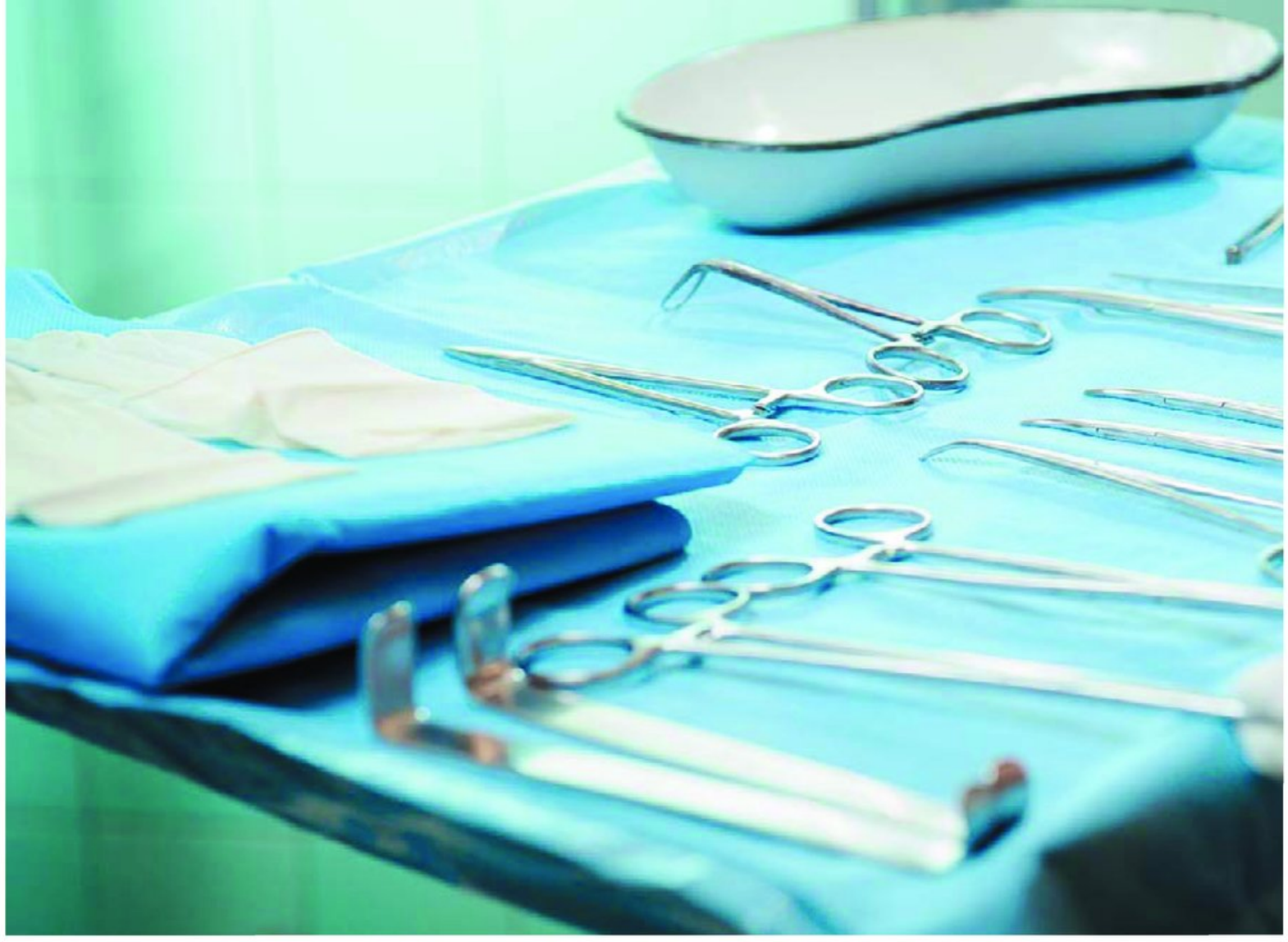
Защитный костюм

нет ли в сварочном шве трещинок, не попали ли туда пузырьки воздуха. Гамма-лучи помогут тебе заглянуть внутрь сварочного шва: с одной стороны — крупинка радиоизотопа, с другой — экран с веществом, которое светится под действием гамма-лучей, и — всё как на ладони!

Но учти: с гамма-лучами нужно обходиться очень осторожно. Необходимо надевать **специальную защитную одежду**. Потому что гамма-лучи губительно действуют на всё живое. Но даже

Реакторный зал ледокола «Ленин»

это коварное их свойство может сослужить тебе службу! Гамма-лучами можно уничтожать микробов — вредных, разумеется (есть ведь и полезные). Например, тех, кто портит мясо, рыбу, фрукты... Плавание твоему атомоходу предстоит длительное, в порты он заходить не будет, значит, продукты должны сохраняться долго.

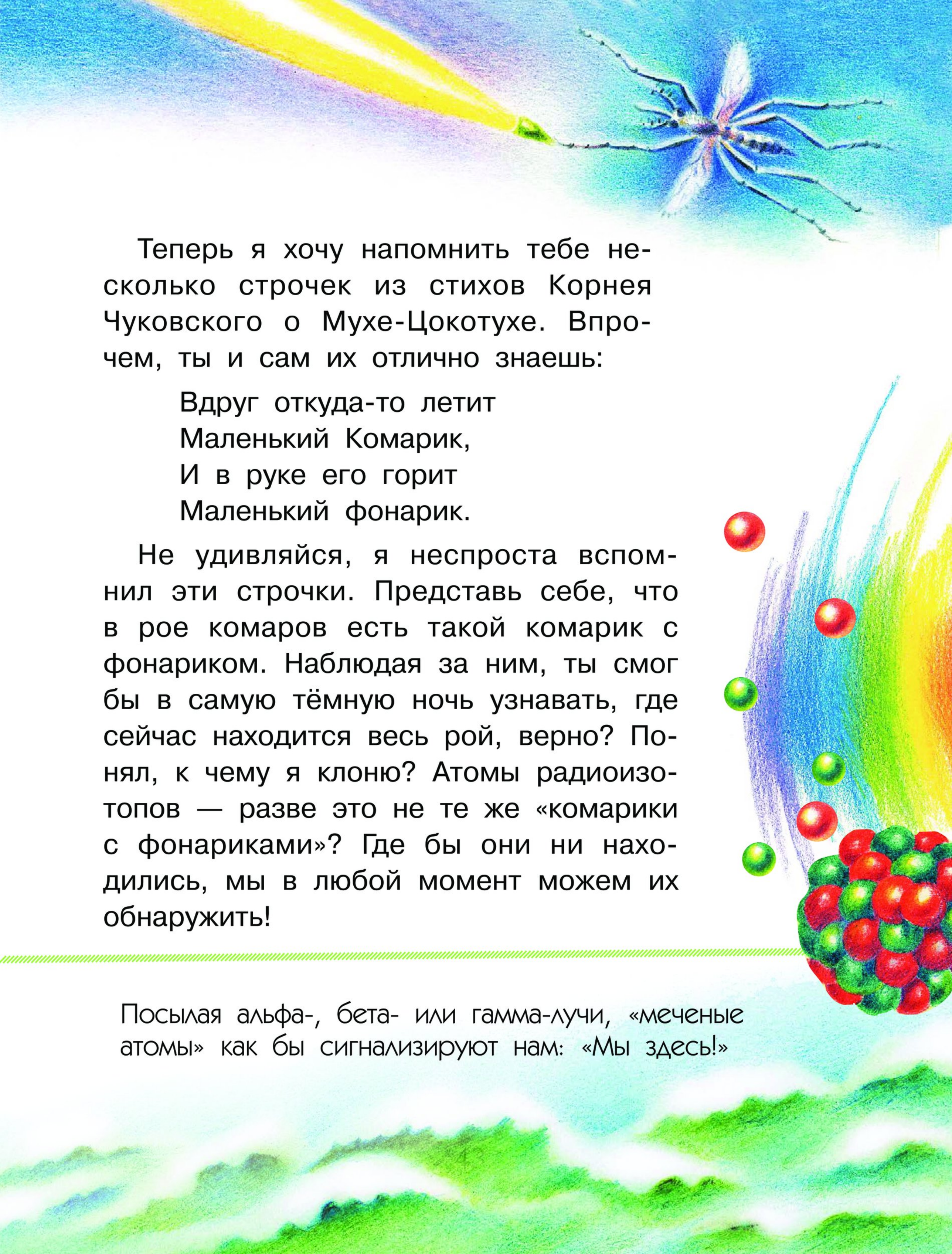


Медицинские инструменты

Положи кусочки радиоактивного изотопа в кладовые, где хранятся скоропортящиеся продукты — гамма-лучи убьют там всех микробов, и тогда во время плавания мясо, рыба, фрукты сохранятся свежими!

Картофелю и луку гамма-лучи не дадут прорасти, а в муке и крупе не позволят завестись жучкам и червячкам.

Наверняка заинтересуется радиоизотопами твой судовой врач: зачем кипятить целый час шприц или хирургические инструменты, когда их можно быстренько «прожарить» в гамма-лучах — и болезнетворных микробов как не бывало! И бинты так проще обрабатывать, и марлю.



Теперь я хочу напомнить тебе несколько строчек из стихов Корнея Чуковского о Мухе-Цокотухе. Впрочем, ты и сам их отлично знаешь:

Вдруг откуда-то летит
Маленький Комарик,
И в руке его горит
Маленький фонарик.

Не удивляйся, я неспроста вспомнил эти строчки. Представь себе, что в рое комаров есть такой комарик с фонариком. Наблюдая за ним, ты смог бы в самую тёмную ночь узнавать, где сейчас находится весь рой, верно? Понял, к чему я клоню? Атомы радиоизотопов — разве это не те же «комарики с фонариками»? Где бы они ни находились, мы в любой момент можем их обнаружить!

Посылая альфа-, бета- или гамма-лучи, «меченые атомы» как бы сигнализируют нам: «Мы здесь!»

Где-то на судне протекает трубопровод. В каком месте течь? Попробуй, найди её в хитросплетениях труб, в тесноте корабельных коридоров и трюмов... Но вот ты добавил в трубу радиоизотоп — жидкий, если в трубе жидкость, газообразный, если в ней газ. Потом идёшь вдоль трубы с экраном или счётчиком атомных частиц... В одном месте счётчик вдруг защёлкал, экран засветился. Есть — вот она, течь! (Между прочим, так сейчас находят течь и в газопроводах.)

Послушай, а почему бы тебе не пометить радиоактивными метками акул? Да, да, тех самых

Попробуй, найди здесь утечку

акул, повадки которых ты должен изучать — ведь для этого ты и отправился в плавание! Их так или иначе придётся метить — хотя бы для того, чтобы выяснить, держатся ли акулы постоянно в каком-либо одном участке океана. Но вообрази, до чего канительно метить акулу обычным способом: нужно её поймать, поднять на палубу, укрепить на ней металлическую или пластмассовую метку, выпустить помеченную акулу обратно в родную стихию, а через некоторое время ловить всех акул подряд и тщательно осматривать — не попалась ли среди них помеченная?

А тут — бросил за борт приманку, в которую спрятан радиоизотоп, схватила её акула (они что угодно глотают) — готово, хищница помечена! Через какое-

Где находится крот, поможет определить изотоп

то время в этом же месте забросишь приманку на тросе, причём на этот раз спрячешь в неё счётчик атомных частиц. Его сигналы передаются по проводам на борт и записываются компьютером… Вот приблизилась акула — счётчик молчит. Вторая акула — сигнала нет. Третья… «Щёлк-щёлк-щёлк» — счётчик заре-

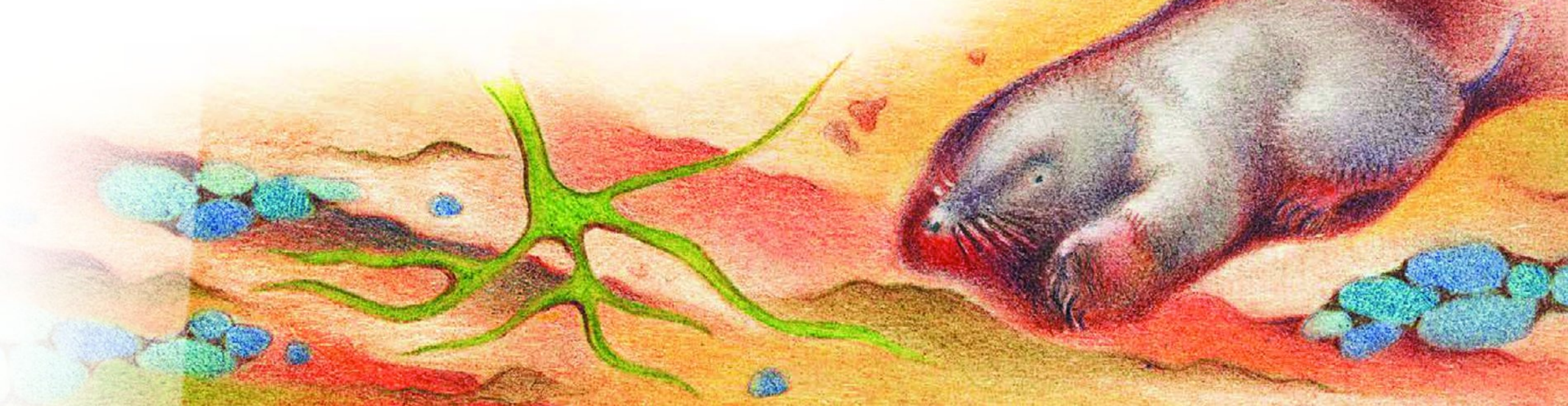
гистрировал радиоактивное излучение! Эта акула меченая!

Да, если ты думаешь, что мы с тобой первые догадались метить животных радиоизотопами, то я вынужден немножко тебя огорчить: нас опередили. Не так давно, например, радиоизотопами пометили огромное количество мальков, выращенных на рыбозаводах, и это помогло учёным-рыбоводам определить, в каком месте Волги лучше всего выпускать мальков, чтобы как можно больше их уцелело.

Ещё раньше начали метить радиоизотопами кротов и других подземных обитателей. Впервые биологи получили возможность как бы видеть сквозь землю и сразу же узнали много нового — например, сколько ходов роет крот ежедневно, когда, где и по скольку часов он спит... Подумать только, до радиоактивного мечения нам почти ничего не было известно о повадках тех, кто живёт буквально у нас под ногами!

Я уверен, что во время плавания на своём атомоходе ты придумаешь радиоактивным изотопам совсем-совсем новое применение — такое, что все ахнут!

Желаю успеха!



УДК 087.5:551.5
ББК 26.23
К65

Серия «Почемучкины книжки»

Научно-популярное издание
Для младшего школьного возраста

Майлен Аронович Константиновский
КАК РАБОТАЕТ АТОМ?

Художник Ольга Левенок

Дизайн обложки, вёрстка, технические иллюстрации Екатерины Гордеевой

Атомные реакторы на странице 7 лепили: Симонян Анна, Жуков Василий, Жукова Елизавета, Пятых Дарья, Пятых Настя, Перхалюк Василиса, Горячева Ира, Медведева Анна, Журавлёва Соня, Скрипченко Фёдор, Олоккуве Диана

Редактор *П.П. Кострикин*. Художественный редактор *Е. А. Гордеева.*
Технический редактор *Е. П. Кудиярова*. Корректор *А. А. Мещерякова*.

Фотоматериалы предоставлены фотобанками Shutterstock, фотографии на с. 5 — ID1974 / Shutterstock.com, на с. 25 — Vladimir Mulder / Shutterstock.com, на с. 41 — ID1974 / Shutterstock.com

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2; 953000 — книги, брошюры

Подписано в печать 28.10.2016. Формат 70x90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура Pragmatica. Усл. печ. л. 3,51. Тираж экз. Заказ №

ООО «Издательство АСТ»
129085 г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, строение 3, комната 5
Наш электронный адрес: malysh@ast.ru Home page: www.ast.ru

Мы в социальных сетях. Присоединяйтесь!
https://www.facebook.com/avantabooks
http://vk.com/avanta_books

“Баспа Аста” деген ООО
129085 г. Мәскеу, жұлдызды гүлзар, д. 21, 3 құрылым, 5 бөлме
Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru
E — mail: malysh@ast.ru
Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.
Тел.: 8(727) 2 51 59 89,90,91,92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.”
Өндірген мемлекет: Ресей
Сертификация қарастырылған

Константиновский, Майлен Аронович.
К65 Как работает атом? / М. Константиновский; худож. О. Левенок. – Москва: Издательство АСТ, 2017. – 46, [2] с. : ил. – (Почемучкины книжки).

ISBN 978-5-17-096569-4

Плавать в море целых 100 дней и потратить всего 3 килограмма топлива. Что это за топливо такое? Атомное! Про него и пойдёт рассказ в книжке «Как работает атом?» известного популяризатора, автора знаменитой радиопьесы КОАПП Константиновского М.А. Сегодня атом используется повсеместно: на атомных станциях производят электричество, на кораблях и подводных лодках атомный реактор даёт энергию двигателям, с помощью радиоизотопов можно видеть предметы насквозь, даже продукты во время перевозки можно защитить от вредителей атомом, а с радиоактивными метками можно с лёгкостью проследить пути миграции животных.

Как устроен атомный реактор и атомная станция, почему случается цепная ядерная реакция, как самому построить атомный реактор, что такое изотопы – всё это и многое другое ты узнаешь из нашей атомной книги.

Для младшего школьного возраста.

УДК 087.5:551.5
ББК 26.23

© Константиновский М.А., насл., 2017
© Левенок О.О., ил., 2017
© ООО «Издательство АСТ», 2017

почемучкины книжки
Говорят, один ребёнок может задать столько вопросов, что ни один взрослый не ответит. Наш весёлый и умный Почемучкин найдёт ответы на самые сложные и каверзные детские вопросы
Как устроен атомный реактор?
Как «горит» атомное топливо?
Как корабль в атомоход превратить?
Что умеют радиоизотопы?
А папам и мамам Почемучкин подскажет, что ещё рассказать ребёнку об окружающем мире и основах географии, биологии и других естественных наук.
В серии уже вышли:
Что такое нефть?
Почему сердце стучит?
Как созвездия оказались на небе?
Как устроен атом?
Зачем ёлке иголки?
www.ast.ru
ISBN 978-5-17-096569-4
EAC
Аванта